

# ENSINO DE FÍSICA PARA DEFICIENTES VISUAIS: MÉTODOS E MATERIAIS UTILIZADOS NA MUDANÇA DE REFERENCIAL OBSERVACIONAL

## THE PHYSICS EDUCATION FOR VISUALLY IMPAIRED: METHODS AND MATERIALS USED IN CHANGE OF OBSERVATIONAL REFERENTIAL

*Jhonatha Junio Lopes Costa<sup>1</sup>, José Rildo de Oliveira Queiroz<sup>2</sup>, Wagner  
Wilson Furtado<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás/Instituto de Física, jjlopes12@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Goiás/Instituto de Física, rildo@if.ufg.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Goiás/Instituto de Física/Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, wagner@if.ufg.br

### Resumo

Essa pesquisa teve como objetivo analisar o aprendizado de conceitos físicos de uma aluna deficiente visual a partir da mudança do referencial observacional visual para um tátil, além de analisar aplicações de metodologias e técnicas que propiciaram essa mudança. O aporte teórico teve contribuições de Camargo, Amaral, Costa, Almeida e Vygotsky, dentre outros. Trabalhamos com uma turma de 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Goiânia, Goiás, que tinha uma aluna cega. Foram trabalhados materiais e métodos para o ensino de vetores, movimento circular, conservação do momento angular, ondas e cores. Observamos que é necessário entender que o deficiente visual não possui sua capacidade de aprendizado minimizada, sendo possível compreender fenômenos físicos, desde que mude o referencial observacional. Concluimos que a inclusão de pessoas com deficiência nas escolas regulares obriga o professor de física a se capacitar para trabalhar com esses alunos.

**Palavras-chave:** ensino de física, deficiente visual, métodos de ensino.

### Abstract

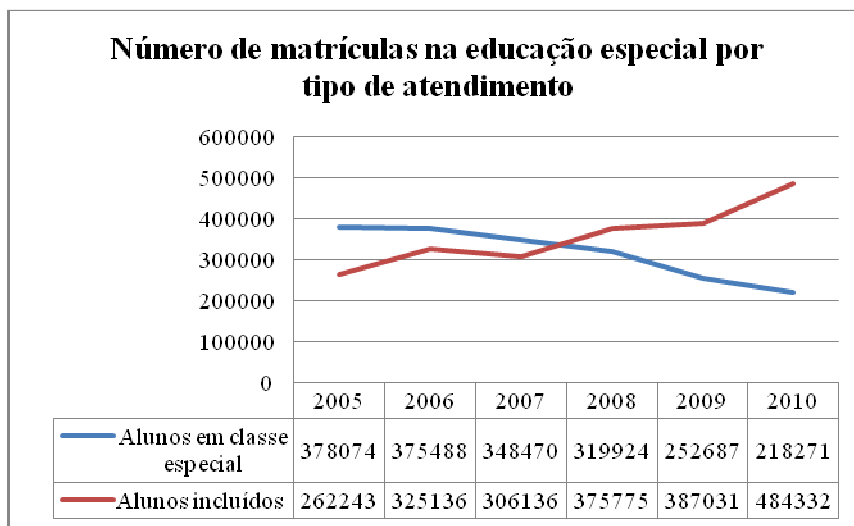
This research aimed to analyze the learning of physical concepts in a visually impaired student from the change in reference to an observational visual tactile and analyze applications of methodologies and techniques that have led to this change. The theoretical contributions had de Camargo, Amaral Costa, Almeida and Vygotsky, among others. We work with a group of 1st year of high school to a public school in Goiânia, Goiás, who had a blind student. Materials and methods were worked out for the teaching of vectors, circular motion, conservation of angular momentum, waves and colors. Note that you must understand that the visually impaired do not have your ability to learn minimized, it is possible to understand physical phenomena, since it changes the reference observation. We conclude that the inclusion of people with disabilities in regular schools require physics professor to train to work with these students.

**Key words:** physics teaching, visually impaired, teaching methods.

## Introdução

No Brasil, o Estado começou a dar suporte formal a pessoas com deficiência visual em 1854, quando Dom Pedro II fundou o Imperial Instituto dos Meninos Cegos do Rio de Janeiro. Embora isso fosse uma conquista, nessa época ainda não havia preocupação geral com a aprendizagem das pessoas com esse tipo de deficiência. Em 1961 com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional, crianças com deficiência ganharam direito à educação, preferencialmente em escolas regulares. Até 1988, apesar dessa indicação de inclusão, o que vimos foi o fortalecimento das escolas especiais. A partir de 1988, com a nova Constituição, todos passaram a ter igualdade no acesso à escola. A partir de 2001, quando passou a ser crime não matricular crianças com deficiência na rede regular de ensino, o número de matrículas de alunos com deficiência na rede regular começou a crescer. Em 2002, a resolução CNE/CP nº1 definiu que as universidades deveriam formar professores para atender alunos com necessidades especiais. Em 2008, a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, Decreto 6.571 (BRASIL, 2008), determinou que todos os alunos com necessidades educacionais especiais fossem matriculados em turmas regulares. Essa determinação e a ratificação por parte do Brasil da Convenção dos Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU fizeram com que o número de pessoas com deficiências matriculadas em escolas regulares aumentasse significativamente.

Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP, pode-se verificar que há um crescente aumento da demanda de alunos com deficiência (incluindo deficiência visual) nas escolas regulares. Esse crescimento pode ser observado na Figura 1. Porém, o cenário é de professores sem preparo suficiente para recepcionar esses alunos e realmente incluí-los na escola. A tendência, é que cada vez mais as escolas especializadas em ensino de pessoas com deficiência se tornem uma complementação ao ensino realizado pela rede regular.



**Figura 1.** Evolução da matrícula na educação especial por tipo de atendimento no Brasil de 2005 a 2010 (fonte: censos escolares – INEP).

O Censo Escolar 2010 (INEP, 2010) revela que havia 702.603 alunos com deficiência matriculados na Educação Básica (em escolas inclusivas ou não). Esse número significa apenas 1,4% do total de mais de 51 milhões de matrículas na Educação Básica. Essa quantidade é bem menor que o número de brasileiros entre 7 e 14 anos que tinha algum tipo de deficiência, cerca de 1,6 milhão de pessoas, registrado pelo censo populacional de 2000 realizado pelo IBGE, sendo que no censo de 2010 esses dados ainda não foram contabilizados. Guardadas as diferenças metodológicas desses indicadores, mesmo assim

indicam que muitos brasileiros com deficiência ainda estão fora de qualquer tipo de escola. Segundo o Censo, 31,1% estão matriculados em estabelecimentos exclusivamente especializados ou em classes especiais e os demais, 68,9% estudam em classes comuns do ensino regular e da educação de jovens e adultos, o que evidencia os resultados positivos da política de inclusão de alunos deficientes no ensino regular.

Segundo Almeida (2003), em Goiás, a política inclusiva começou a ganhar força em 1987 com o fim da Divisão de Triagem e Diagnóstico – órgão responsável pelo tradicional diagnóstico prévio dos alunos a serem encaminhados às escolas. A partir de 1999, algumas escolas da capital, Goiânia, foram reestruturadas adequando-se a um projeto estadual de inclusão, tendo sido concretizado em 2001 o processo de extinção de todas as classes especiais do Estado.

Esta inclusão ainda que diante da falta de preparo de todo o sistema (escola, professores, pais etc.) é benéfica ao deficiente, pois a inclusão do mesmo junto às classes regulares de ensino, além de representar um avanço social, ganha destaque a partir da visão sócio-interacionista desenvolvida por Vygotsky (2007). Para ele, o funcionamento psicológico do ser humano fundamenta-se nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior. O autor defende a “condição humana” construída a partir das relações sociais e que as relações homem-mundo nunca são diretas, mas sempre mediadas por um conjunto de símbolos, tornando-se fundamental a participação do objeto, que pode ser um livro, uma maquete, um objeto palpável, uma pessoa etc. Para Vygotsky, o sujeito não é simplesmente moldado pelo meio e a gênese do conhecimento não se baseia apenas nos recursos puramente individuais. Nesta visão, o sujeito é interativo e o conhecimento é construído na interação sujeito-objeto, porém, sempre socialmente mediada.

Nessas interações o ser humano utiliza sua visão como um dos principais sentidos (se não o principal). Assim, esse é um dos maiores problemas enfrentados pelos deficientes visuais no processo de aprendizagem, principalmente no campo da física. A maneira como um fenômeno é percebido interfere diretamente em sua análise e interpretação e é comum que os fenômenos físicos sejam observados principalmente por meio do sentido da visão.

Diante desta nova realidade e especificamente no campo da deficiência visual, indagamos: Como ensinar física para alunos com deficiência visual? Ver é condição para conhecer? Como incluir tais alunos em turmas regulares do ensino médio? Estariam nossos professores de física preparados para cumprir com este desafio?

A princípio, o senso comum pode dizer que isto é uma tarefa muito árdua, ou para alguns, até impossível, porém, acreditamos que essa não é a realidade. Segundo Camargo (2008), em alguns casos a deficiência visual pode até, talvez, trazer alguma vantagem na compreensão de alguns fenômenos físicos:

Sabe-se que a mecânica quântica trabalha com fenômenos que ocorrem no nível das dimensões atômicas e das velocidades próximas à da luz. Esses fenômenos não podem ser vistos, já que a visão somente é capaz de observar eventos macroscópicos. [...] Sabe-se também que muitos fenômenos concernentes à luz não são observáveis visualmente. [...] Superar a relação entre conhecer e ver e reconhecer que a visão não pode ser utilizada como pré-requisito para o conhecimento de alguns fenômenos como os de física moderna, pode indicar alternativas ao ensino de física, as quais enfocarão a deficiência visual não como uma limitação ou necessidade educacional especial, mas como perspectiva auxiliadora para a construção do conhecimento de física por parte de todos os alunos (CAMARGO, 2008, p.25).

Assim, é necessário que o professor entenda que o deficiente visual, embora possua uma compreensão diferente do mundo ao seu redor, ele não possui sua capacidade de

aprendizado inferior aos demais, sendo possível compreender os fenômenos físicos dos quais participa em seu dia a dia, desde que mude o referencial observacional para o tátil, auditivo, olfativo ou sinestésico.

Enfim, são muitas perguntas sobre este assunto e o material científico produzido é muito escasso, necessitando que novas pesquisas sejam desenvolvidas a fim de instrumentalizar educadores que lidam diretamente com esta realidade. Em relação ao conteúdo convencional de física, o aprendizado de pessoas cegas está aquém do que é exigido. A ausência de material didático para um bom desenvolvimento do processo de aprendizagem tem sido a reivindicação maior (AMARAL et al., 2009).

Diante desse desafio, surgem alguns questionamentos importantes que visam nortear este estudo, tais como: Que metodologias utilizar para ensinar física para uma turma que possua aluno(os) deficiente(s) visual(is)? Quais os materiais podem ser utilizados na adaptação do referencial observacional visual em referencial observacional tátil para que possa ser utilizado por uma pessoa com deficiência visual?

Sendo assim, o objetivo principal desse trabalho é analisar a compreensão de conceitos físicos de uma aluna deficiente visual, a partir da mudança do referencial observacional, e as ferramentas e técnicas adotadas para propiciar essa mudança de referencial.

## **Metodologia**

Esse trabalho foi caracterizado como uma pesquisa de abordagem qualitativa com estudo de caso, que, segundo Lüdke e André (1986), possibilita retratar a realidade de forma completa e profunda, utilizando variedade de fontes de informação, experiências e enfatiza a interpretação de um contexto, o qual requer o exercício da prática reflexiva e por ser um dos mais relevantes tipos de pesquisa qualitativa.

Participaram da pesquisa cinco alunas do 1º ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Goiânia, Goiás. Uma dessas alunas, Clarice, é cega (todos os nomes aqui citados são fictícios). Houve vários encontros em horários extraclasse, totalizando 15 horas, e o número de estudantes participantes em cada um deles variou de dois a cinco, todas do sexo feminino, sendo que Clarice esteve presente em todos. Nos encontros foram abordados conteúdos da física, já estudados em sala de aula e outros ainda não estudados pelas alunas. Foram elaborados materiais didáticos, tais como figuras em relevo e transcrições em Braille, e experimentos que puderam ser utilizados como referencial observacional tátil, além da utilização de um instrumento musical, um violão, como referencial observacional auditivo.

Como instrumentos de coleta de dados foram feitas gravações de áudio dos encontros, das entrevistas e apontamentos realizados no diário de campo. As análises foram realizadas a partir dos dados coletados por estes instrumentos.

## **Resultados e análises**

Antes da apresentação dos resultados e suas análises, faremos algumas observações referentes às dificuldades encontradas não só pela estudante, mas também pelos educadores.

## Observações preliminares

Observamos que a primeira barreira para a estudante Clarice foi o material didático inadequado a ela. Para fazer suas anotações, a aluna utilizava uma máquina de escrever em Braille, sendo necessário que seus colegas lessem o conteúdo que estava no quadro para que ela transcrevesse. Sendo assim, ficava impossível a leitura de gráficos e outros desenhos feitos no quadro-giz e existentes nos livros. Foi possível ouvir de Clarice, várias vezes, expressões como: “*Professor, estou boiando.*” ou “*Como assim? Me explica melhor este desenho, pois não entendi o que quer dizer.*”

Com relação às avaliações, o Centro Brasileiro de Reabilitação e Apoio ao Deficiente Visual (CEBRAV), juntamente com a Secretaria Estadual de Educação, recomendam que a avaliação para pessoas com alguma deficiência seja diferenciada, porém, esta avaliação diferente das demais é muita das vezes rejeitada pelos estudantes, que querem realmente ser incluídos na educação. Em física, as provas eram discursivas e abordavam mais aspectos filosóficos e sociais do que conceitos físicos. No decorrer da pesquisa, foi realizada uma prova pelo professor da turma, na qual Clarice resolveu as mesmas questões que seus colegas, porém transcrita em Braille e com desenhos em relevo, e o resultado foi surpreendente, pois Clarice conseguiu obter nota máxima.

No início, ao se falar sobre física com Clarice e outros alunos era possível perceber a rejeição pelo assunto. Porém, no decorrer da pesquisa uma expressão de Clarice nos chamou bastante atenção: “*Professor, acho que estou doente, pois estou gostando muito de física*”. Essa expressão causou muitas expectativas quanto aos resultados que poderiam ser obtidos com este trabalho.

A seguir, descreveremos e analisaremos os encontros realizados com a aluna Clarice e suas colegas, divididos em quatro partes correspondentes aos conteúdos estudados: vetores, movimento circular, conservação do momento angular e significado físico de cores.

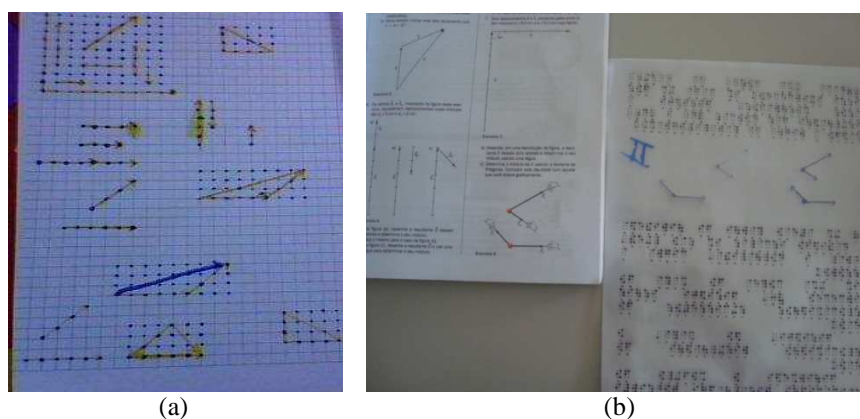
### Tópico 1: ensino de vetores

Neste primeiro momento, foram elaborados materiais que puderam ser utilizados como referencial observacional tátil, levando em consideração resultados obtidos por pesquisadores em ensino de física para deficientes visuais, como Éder Pires de Camargo e Roberto Nardi, além de sugestões das alunas e professores envolvidos na pesquisa. Do ponto de vista da pesquisa qualitativa, isso torna as opiniões construídas por estudantes/professores importantes fontes de dados para um estudo dessa espécie (COSTA et al., 2006). Nesta primeira parte, participaram as alunas Clarice e Isabela, que é vidente (pessoa que faz uso da visão, em oposição ao cego).

Para que Clarice sentisse com o tato as representações vetoriais, desenhamos, em papel de alta densidade ( $180 \text{ g/m}^2$ ), uma grade com quadrados de 1,0 cm de lado, com pontos de cola colorida nos vértices para servir de referencial de escala, conforme apresentado na Figura 2 (a). Utilizamos cola colorida por ela ter sido desenvolvida para trabalhos escolares e artesanais, possuir um bico aplicador que facilita sua utilização, não ser tóxica e, depois de seca, conservar a textura e o relevo. Em seguida, foram feitos desenhos que representavam as operações com vetores para que, com as mãos, a aluna pudesse ler e interpretá-lo.

Outro recurso utilizado foi a transcrição das atividades do livro didático em transparências para retroprojetores, conforme apresentado na Figura 2 (b). Para tal, os textos foram digitados em Braille e impressos sobre essas transparências. Posteriormente, foram feitas marcações com um objeto pontiagudo sobre as marcas impressas na parte de trás da

transparência e, assim, o desenho ficava em alto-relevo no lado a ser lido. Este material não se mostrou eficaz, pois, segundo Clarice, foi difícil sua leitura e interpretação.

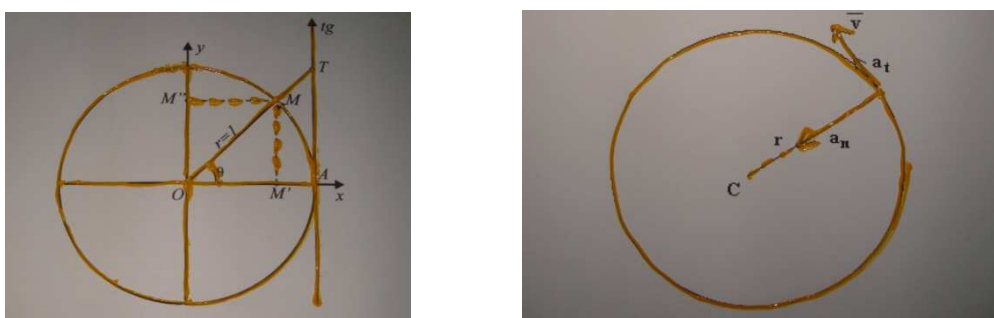


**Figura 2.** (a) Representação de vetores utilizando cola colorida e papel de alta densidade; (b) Transposição de conteúdo para transparência em relevo.

Para Isabela, a aluna vidente, foi levado o mesmo desenho em papel sulfite comum, porém sem utilizar cola colorida ou outros relevos. Ao serem colocados os dois desenhos, lado ao lado, Isabela disse: “*O desenho da Clarice é muito mais interessante, pois além de ver dá pra sentir. Prefiro esse.*” se referindo ao desenho com relevo. A utilização deste tipo de material surtiu bastante efeito, sendo possível realizar algumas atividades, nas quais Clarice e Isabela demonstraram ter compreendido a soma e a subtração vetorial.

## Tópico 2: ensino do movimento circular

Nesta etapa, foram novamente utilizados desenhos com cola colorida, representando o círculo trigonométrico, para estudo das funções trigonométricas, e desenho do movimento circular, com vetores indicando a velocidade tangencial e as acelerações centrípeta e tangencial, como apresentado na Figura 3. Participaram com Clarice duas colegas videntes, Isabela e Ágata, que também utilizaram o desenho feito com a cola colorida.



**Figura 3.** Círculo trigonométrico e movimento circular usando cola colorida.

Durante esse tópico, a ênfase foi na experiência sobre movimento circular vivenciado pelas próprias alunas. Na discussão do assunto entre elas, destacamos:

Clarice: *Eu sei o que é movimento circular. Por exemplo, quando o carro está fazendo uma curva, eu sei que está virando porque posso sentir isso.*

Isabela: *É verdade! Nós somos jogadas para fora.*

Ágata: *É mesmo! Igual à máquina de lavar. Ela roda rapidão e joga a água da roupa para fora.*

Segundo Camargo (2008), do ponto de vista sensorial, conhecer um fenômeno se encontra vinculado às várias formas de percebê-lo e sensações auditivas e táteis participam de modo relevante na construção de concepções alternativas por qualquer pessoa, vidente ou não.

Após o estudo do assunto, entrevistamos as alunas com o intuito de verificar o aprendizado. O resultado parcial está apresentado a seguir:

Entrevistador: *O que vocês entendem por movimento circular?*

Clarice: *Ué! É o movimento de alguma coisa que gira.*

Isabela: *Sim, eu também acho que é isso.*

Ágata: *É! Também acho.*

Entrevistador: *O que é frequência?*

Clarice: *É a quantidade de vezes que alguma coisa gira.*

Isabela: *Acho que tem haver com a velocidade de rotação do corpo.*

Ágata: *Eu também acho que tem haver com a velocidade.*

Entrevistador: *O que é período?*

Clarice: *Período não tem haver com tempo? Não é aquele que usa a letra T? Ha! Então falei errado da frequência, pois é a quantidade de vezes que gira por segundo, não é?*

Ágata: *É!! O período é o tempo que demora pra fazer uma volta.*

Isabela: *Isso aí, quanto maior a frequência menor o período, porque gira mais rápido.*

Entrevistador: *O que é força centrípeta?*

Clarice: *É a força que puxa para o centro. É por causa dela o carro muda de direção na hora da curva.*

Isabela: *É, não sei não. Essa história de puxar pro meio da roda e não ir pra lá ...*

Ágata: *Eu sei que você disse que tem uma força que puxa para o centro e muda a direção do movimento, mas isso não entra na minha cabeça.*

Clarice: *É estranho mesmo, mas é só pensar na marimba, lembra? Se cortar a linha ela sai voando. Então a cordinha é a força centrípeta.*

Observamos que Clarice conseguiu entender claramente o efeito da resultante centrípeta, porém, em suas colegas ocorreu um conflito entre o conhecimento e suas concepções. Autores denominados construtivistas afirmam que o conhecimento não é absoluto, mas intimamente relacionado com as ações e experiências do aprendiz. (WHEATLEY, 1991, apud CAMARGO, 2008). Isso é o que transpareceu neste caso, tanto para Clarice, quanto para as colegas que possuíam concepções que convergiam aos modelos pré-newtonianos de movimento. Concordamos com Camargo (2008), quando afirma que em algumas situações o fato de não enxergar pode ajudar na compreensão de alguns fenômenos físicos, já que Clarice compreendeu melhor os conceitos ensinados.

Neste ponto da pesquisa, precisávamos saber se o instrumento de ensino estava sendo útil, principalmente a Clarice. Foi quando perguntamos:

Entrevistador: *O desenho ajudou a entender o assunto?*

Clarice: *Nossa, demais! Principalmente aquela coisa de seno e cosseno que eu nunca tinha entendido.*

### **Tópico 3: ensino da conservação do momento angular**

O ensino da conservação do momento angular foi inspirado na experiência descrita por Clarice de como ela percebe os movimentos, já que ela é bailarina e atleta. Assim, utilizamos um experimento que não se limitasse aos referenciais observacionais táteis e auditivos e que Clarice pudesse compartilhar com os colegas suas experiências referentes a este fenômeno físico que faz parte de suas práticas cotidianas. Para tal, foi utilizado um experimento com banquinho giratório e halteres, no qual a pessoa ao girar abre e fecha seus braços, segurando os halteres, fazendo a velocidade angular variar devido à conservação do momento angular.

Não foi utilizado nenhum material didático complementar, com o objetivo de verificar de que maneira isso alteraria a compreensão de Clarice sobre o fenômeno em questão. Demos apenas explicações orais, que foram transcritas para o Braille pela própria estudante. Destacamos algumas de suas declarações espontâneas ou na entrevista:

Clarice: *Puxa que legal! Ele acelera quando fecho os braços. Posso colocar a velocidade que quiser* (ao experimentar o banquinho giratório).

Entrevistador: *Esse fenômeno tem alguma relação com seu cotidiano?*

Clarice: *Sim, no balé quando se quer dar o rodopio, se inicia com braço aberto e fecha os braços logo em seguida. Aí, fica bem rápido.*

Entrevistador: *Como você explicaria o fenômeno físico em questão?*

Clarice: *Isso acontece por causa do fenômeno da inércia. Quando eu estou com os braços abertos tem mais inércia e fica mais difícil de girar. Quando fecho os braços tenho menos inércia, daí tem que rodar mais rápido pra compensar.*

Essas declarações de Clarice confirmam o que diz Camargo (2001):

[...] a elaboração de modelos explicativos do movimento, bem como, a descrição de fenômenos relacionados ao tema, feita por qualquer pessoa não perita em física, não parece depender necessariamente, exclusivamente de aspectos e argumentos visuais, embora estes sejam de fundamental importância na interação do homem com o meio físico [...] (CAMARGO, 2001, p. 9)

Além dessas atividades, foi aproveitado um espaço em uma feira de ciências na própria escola, onde foi possível avaliar a interação sensorial e social entre Clarice e seus colegas videntes, etapa de extrema importância não só no processo de aprendizagem do aluno cego como também do aluno vidente, além de permitir a construção do conhecimento por meio de uma ação social interativa entre sujeitos e o objeto (VYGOTSKY, 2007).

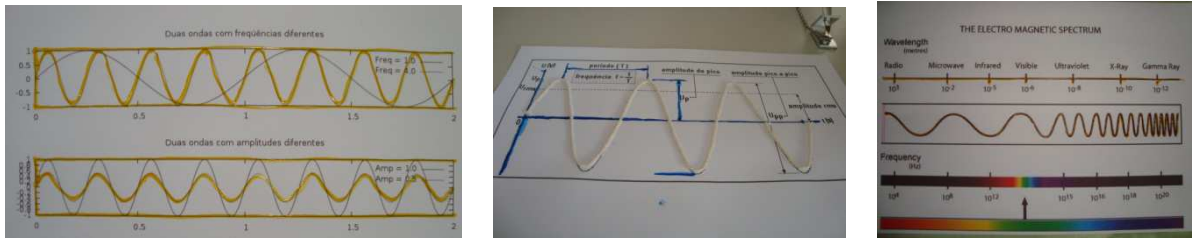
Posteriormente, questionada se os desenhos em relevo fizeram falta durante os encontros, Clarice respondeu: *“Olha, confesso que ficou um pouco confuso sim. Acho que se tivesse os desenhos, teria ficado mais claro. Em casa, quando fui estudar para apresentar o trabalho, senti dificuldade de entender o que havia escrito.”*

Isso demonstra que objetos e materiais táteis e auditivos são de fundamental importância no aprendizado do aluno deficiente visual. Segundo Camargo (2001, p. 9) *“Para que esse aluno realmente compreenda o mundo ao seu redor, o docente deve apresentar-lhe objetos que possam ser tocados e manipulados.”*

#### **Tópico 4: ensino do significado físico de cores**

Antes de iniciar o ensino de algum conteúdo ao aluno cego, é essencial avaliar seu nível de cegueira. Em nosso caso, a aluna Clarice perdeu completamente a visão ainda na infância, antes dos cinco anos de idade. Por isso, foi importantíssimo deixar bem claro o objetivo dessa parte, para não causar frustrações, tanto nas alunas participantes da pesquisa, bem como no pesquisador. O objetivo aqui não é que Clarice “veja”, “perceba” ou “diferencie” cores, mas sim que possa entender o significado físico destas diferenças, da mesma maneira como é possível compreender o que diferencia raios-X, de ondas de rádio, sem que para isso, nós videntes, enxerguemos essas ondas.

Para esta etapa, foram elaboradas figuras utilizando barbante e cola colorida para enfatizar o relevo. Ao fim dos encontros, foi realizada uma entrevista semiestruturada com a finalidade de avaliar a aprendizagem e a metodologia utilizada. Participaram desta etapa três alunas, Clarice, Bruna e Ágata. A Figura 4 apresenta alguns dos materiais elaborados para a utilização nesta etapa.



**Figura 4.** Representação com cola colorida e barbantes para ondas senoidais e para o espectro eletromagnético.

Também foi utilizado um violão, com o qual foi explorado o comportamento das ondas mecânicas. O instrumento foi utilizado como referencial observacional tátil e auditivo, não somente por Clarice como por suas colegas. Após as explicações sobre ondas sonoras, foi entregue o violão para que as alunas pudessem manipulá-lo e experimentar os diversos sons produzidos pelo instrumento.

Após essa primeira etapa, onde foram estabelecidos conteúdos básicos ao estudo de ondas, foi feita uma analogia entre o comportamento das ondas sonoras e das ondas eletromagnéticas, sendo discutido com as alunas o comportamento ondulatório da luz visível e não visível. Utilizando as mãos, Clarice pôde analisar como o comprimento de onda variava dentro do espectro eletromagnético, comparando a onda senoidal com a escala em relevo referente ao tipo de onda estudado. Em seguida, realizamos a entrevista com as alunas.

Entrevistador: *O que são ondas?*

Clarice: *São coisas pequenas ou grandes... depende... que se movem, e a gente não vê. Ou melhor, a gente vê.*

Bruna: *Não, igual o mar, o mar forma ondas. Tem ondas que a gente vê e tem ondas que a gente não vê.*

Ágata: *Tem também as ondas sonoras, iguais aquelas que você mostrou no violão. A gente não vê o movimento da onda, mas ele faz.*

Entrevistador: *O que é frequência?*

Clarice: *Seria a velocidade com que a onda vai.*

Bruna: *Tem as que são maiores e demoram mais.*

Entrevistador: *O que é comprimento de onda?*

Clarice: *É a distância de uma crista a outra crista.*

Bruna: *É ... Comprimento de uma crista a outra.*

Ágata: *Essa é mais fácil.*

Os desenhos (referencial observacional tátil) auxiliaram na compreensão de conceitos sobre ondas, no que se refere ao comprimento de onda e à amplitude. Ao se perguntar sobre comprimento de onda, a resposta é rápida e clara e há comentários de que este conceito é mais fácil. Já, ao se perguntar sobre frequência, que possui relação direta com o comprimento de onda, as respostas relacionam este conceito à velocidade da onda e ao “tamanho” da mesma, ou seja, ao seu comprimento de onda. Vale observar que, quando Clarice estava estudando sobre movimento circular, sua resposta sobre a mesma pergunta, “O que é frequência?”, foi correta, mas ao estudar sobre ondas, ela não conseguiu relacionar o mesmo conceito com tanta clareza. Como as figuras são estáticas, amplitude e comprimento de onda ficam bem representados na figura, o que facilita a formação deste conceito, porém, é um desafio elaborar um material dinâmico que represente bem as frequências e que possa ser tocado e manipulado. Esta lacuna na compreensão do conceito de frequência pode ser parcialmente preenchido, utilizando o violão (referencial observacional auditivo).

Entrevistador: *O que é luz?*

Clarice: *Luz é uma coisa formada por muitas ondas.*

Ágata: *Água também gera luz, porque gera energia.*

Entrevistador: *Luz e energia elétrica são a mesma coisa?*

Clarice: *São.*

Bruna: *Não. Energia é a energia elétrica. A luz é quando se aciona a energia elétrica.*

Clarice: *Mas está tudo incluso na conta de luz.*

Ágata: *Mas e o sol? Ele é uma luz e é energia também.*

Clarice: *Então a luz é um tipo de energia.*

Bruna: *Mesmo se utilizarmos energia solar ela não sai de graça. Pra aquecer a água, por exemplo, gastamos dinheiro pra fazer o material.*

Um aspecto importante a ser analisado, foi a interação social entre as estudantes, o que ajudou muito na construção do conhecimento. Basta observar a parte onde se discute energia e luz, que percebemos que os conceitos vão sendo formados a partir de discussões, até se complementarem no conceito de que luz é um tipo de energia, atingindo até fatores econômicos e ambientais.

Entrevistador: *O que vocês entendem quando falamos em ondas de rádio, celular, micro-ondas e raios-X, entre outros tipos de ondas?*

Clarice: *São ondas que dá para se comunicar, como com o celular. Com o micro-ondas dá para se fazer comida.*

Ágata: *No caso do micro-ondas, se colocar um celular lá dentro ele não pode funcionar porque tem a proteção e celular é micro-ondas também.*

Clarice: *E formam uma luz essas ondas do micro-ondas.*

Ágata: *E é essa luz que aquece os alimentos.*

Entrevistador: *O que diferencia estes tipos de ondas?*

Ágata: *Muda intensidade, frequência, tudo.*

Clarice: *É, tem diferença nas frequências, elas não são iguais.*

Entrevistador: *O que diferencia as cores?*

Ágata: *A luz. Quando a luz do Sol passa por aquela pedrinha (prisma), aí formam-se as cores.*

Bruna: *Igual no arco-íris que formam todas aquelas cores.*

Clarice: *É porque são gotículas de águas e quando a luz passa faz o mesmo efeito do prisma.*

Clarice: *No caso, é só a modificação da frequência da luz que faz as outras cores.*

Este é o ponto que merece maior destaque nesta etapa, pois é quando Clarice relaciona a mudança na frequência das ondas eletromagnéticas com a mudança das cores, mesmo sem poder distingui-las visualmente. Isso demonstra que a metodologia aplicada e os materiais utilizados alcançaram seus objetivos, que eram fazer com que a estudante pudesse compreender o significado físico das cores. É importante ressaltar a declaração anterior foi totalmente espontânea, ou seja, Clarice compreendeu o fenômeno físico com clareza, sendo capaz de evidenciar isto por meio de uma afirmação coerente sobre o assunto.

Foi possível verificar o entendimento de que a diferenciação entre os diferentes tipos de ondas no espectro eletromagnético é a frequência, mesmo que o conceito de frequência não esteja tão claro para elas. Merece especial destaque a compreensão de que ondas eletromagnéticas, fora do espectro visível, também são luzes. O fato de não haver incidência de luz monocromática nos fenômenos de nossos dia-a-dia e a emissão da luz ultravioleta pelas lâmpadas fluorescentes foram aspectos surpreendentes levantados pelas próprias alunas durante as discussões.

No intuito de levantar as impressões pessoais dos participantes da pesquisa quanto à metodologia utilizada, perguntamos:

Entrevistador: *Vocês acham que a metodologia utilizada foi adequada?*  
Clarice: *Foi. Porque você correu atrás, adaptou material, explicou direito, buscou um método simples pra gente entender, exemplos do dia a dia.*  
Ágata: *Usou cola, também, barbante. Tentou com barbante também, várias vezes.*  
Bruna: *Igual pra gente, o fato de um simples violão deu pra gente entender a frequência, a intensidade. Então, com o violão ficou bem mais fácil.*

Entrevistador: *Fazendo uma análise de todos os nossos encontros, o que vocês consideram que foi positivo e o que foi negativo na metodologia utilizada?*  
Clarice: *Acho que não teve ponto negativo.*  
Ágata: *Também acho.*  
Bruna: *É. Nada a melhorar.*  
Clarice: *Foram utilizados métodos fáceis e foi divertido.*  
Ágata: *Não teve aquele problema de ficar preso, de não poder falar as coisas.*  
Clarice: *É, a gente pode falar o que vinha na cabeça.*

Entrevistador: *Vocês acham que o que aprenderam pode ter influenciado suas vidas fora da escola?*  
Clarice: *Eu acho. Porque quando as pessoas estiverem falando sobre assuntos a gente vai poder dar pitaco.*  
Ágata: *É. Quem aí fora sabe o que é AM e FM? Eu não sabia.*  
Bruna: *Eu também não. Assim, são curiosidades. Às vezes as pessoas dizem: nossa você nunca vai usar isso na sua vida, mas são conhecimentos, conhecimento sempre é bom.*  
Ágata: *Quando for ouvir o rádio vai dar pra sacar esse lance da amplitude e frequência.*  
Clarice: *Quando a pessoa estiver ao celular vai dar pra explicar que isso acontece por causa das ondas.*

A metodologia utilizada agradou as estudantes, que chegaram a afirmar ser divertido estudar dessa maneira. Essa elaboração de materiais e o espaço aberto para expor suas ideias e debater sobre situações-problemas demonstraram ser um atrativo, não somente para o estudante cego, mas também para os videntes. Porém, mesmo tendo agradado, o material elaborado e a metodologia utilizada precisam evoluir, pois ficaram claras lacunas quanto ao entendimento conceitual, sendo que algumas questões ficaram parcialmente esclarecidas.

## **Considerações Finais**

A maior lição que tiramos deste trabalho foi que deficientes visuais podem aprender física tão bem quanto os videntes, bastando que para isso sejam fornecidas ferramentas adequadas para tal. Clarice, totalmente inserida no ambiente educacional, de maneira igual a seus colegas, ficou feliz em compreender aspectos da física, sendo capaz de relacionar esses aprendizados com várias situações do seu dia-a-dia. Após o término da pesquisa, Clarice declarou estar com saudades dos encontros extraclasse, não por um resultado formal em seu histórico escolar, mas por satisfazer sua vontade de aprender física.

Expressões de seus colegas como, “*O desenho que você fez para Clarice é melhor*”. “*Posso tocar para ver como é?*” “*Por que não podemos utilizar estes desenhos?*” “*Explicando assim fica bem mais fácil*”, demonstraram que as ferramentas utilizadas para auxiliar Clarice podem ser utilizadas naturalmente por seus colegas de classe, e, inclusive podem auxiliar a aprendizagem geral. Quanto a escola, muitas promessas foram feitas, mas percebemos mudança somente por parte do professor de física, que se sentiu desafiado a continuar a aplicação deste método na turma onde Clarice estudava.

Outro aspecto importante é que além de adaptações no ambiente estudantil, é de extrema importância que o aluno cego, ou de baixa visão, tenha acesso a materiais que possam transformar os referenciais observacionais visuais em referenciais que estimulem seus demais

sentidos, tais como tato, audição e olfato. Ficou clara a dificuldade acentuada da aluna cega diante de uma metodologia que enfoque o uso da visão como principal via de aprendizado.

Assim, a inclusão de pessoas com deficiência nas escolas regulares, em especial pessoas com deficiência visual, obriga os professores a se capacitarem para trabalhar com esses alunos. Para os que enfrentarem esse desafio, este trabalho poderá auxiliar com ideias para tratar diversos assuntos dentro da física. Fica, aqui, o estímulo de não tratar o aluno cego como um aluno sem condições de aprendizagem e deixá-lo “se virar”, pois agindo assim, não o estaremos incluindo e sim, aumentando sua exclusão.

Concluimos que um ambiente favorável à interação social e humanística favorece, não apenas o aluno com deficiência, mas também toda a turma e a escola a qual está inserido. Essa condição influencia, muitas vezes, além dos muros da escola, podendo impactar toda a comunidade na qual o deficiente está inserido. Assim, é papel importante do professor estimular essa interação escola-sociedade, começando pela integração dos alunos com deficiência nessas duas vertentes.

## Referências

ALMEIDA, Dulce Barros de. **Do especial ao inclusivo?: um estudo da proposta de inclusão escolar na rede estadual de Goiás, no município de Goiânia.** Campinas, SP: [s.n.], 2003.

AMARAL, Grazielle Kelly; FERREIRA, Amauri Carlos; DICKMAN, Adriana Gomes. **Educação de estudantes cegos na escola inclusiva: O ensino de física.** XVIII SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, ES, 2009.

BRASIL. Decreto 6.571 de 17/09/2008. Dispõe sobre o atendimento educacional especializado, regulamenta o parágrafo único do Art. 60 da Lei nº 9.394, de 20/12/1996, e acrescenta dispositivo ao Decreto nº 6.253, de 13/11/2007.

BRASIL. Resumo Decreto 6.571 de 17/09/2008. Dispõe sobre o atendimento educacional especializado, regulamenta o parágrafo único do Art. 60 da Lei nº 9.394, de 20/12/1996, e acrescenta dispositivo ao Decreto nº 6.253, de 13/11/2007.

CAMARGO, Eder Pires de. **Considerações sobre o ensino de física para deficientes visuais de acordo com uma abordagem sócio interacionista.** In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 3., Atibaia, 2001. Disponível em: <[www.dfq.feis.unesp.br/dv fisica/artigo8-consideracoessobreensino.doc](http://www.dfq.feis.unesp.br/dv fisica/artigo8-consideracoessobreensino.doc)>. Acesso em: 10 out 2010.

CAMARGO, Eder Pires de. **Ensino de física e deficiência visual.** São Paulo: Plêiade, 2008.

COSTA, Luciano Gonçalves; NEVES, Marcos Cesar Danhoni; BARONE, Dante Augusto Couto. O ensino de física para deficientes visuais a partir de uma perspectiva fenomenológica. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 12, n. 2, 2006.

INEP. Resumo Técnico - Censo Escolar 2010. Brasília, 2010. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=7277&Itemid=>](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=7277&Itemid=>)>. Acesso em 10.05.2011.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Elisa Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 7. ed. São Paulo: Martins fontes, 2007.