



**UFU - Universidade Federal de Uberlândia**  
**Física Licenciatura - INFIS**

**JULIANA ALVES GOMES**

**Revisão Bibliográfica sobre o Ensino de Física para Deficientes Visuais**

**UBERLÂNDIA-MG**  
**2015**

**JULIANA ALVES GOMES**

**Revisão Bibliográfica sobre o Ensino de Física para Deficientes Visuais**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para conclusão do curso.

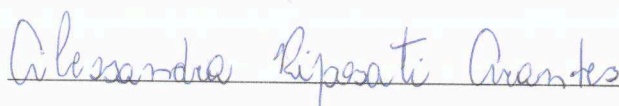
Orientador(a): Profa. Dra. Alessandra Riposati Arantes

**UBERLÂNDIA-MG  
2015**

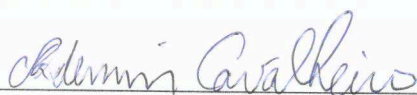
**JULIANA ALVES GOMES**

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O ENSINO DE FÍSICA PARA DEFICIENTES VISUAIS**

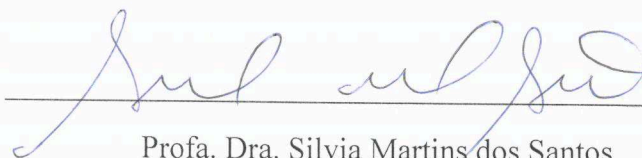
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de Física da  
Universidade Federal de Uberlândia,  
como requisito parcial para a obtenção  
do título de licenciado em Física.



Profa. Dra. Alessandra Riposati Arantes (orientadora)



Prof. Dr. Ademir Cavalheiro



Profa. Dra. Silvia Martins dos Santos

10 de julho de 2015

## **AGRADECIMENTOS**

A Professora Dra. Alessandra Riposati Arantes, pela orientação e confiança dispensada.

A todos os mestres e professores que fizeram parte da minha formação.

Aos meus pais, José Euripedes e Maria Aparecida, pelo apoio, incentivo, e por sempre acreditarem em mim.

A minha irmã, Danielle, pelo companheirismo ao longo destes anos.

Aos grandes amigos do bloco X, por terem compartilhado comigo momentos de estudos e descontração.

A minha amiga, Flávia, pelas horas incontáveis de monitorias e por sua generosidade.

## RESUMO

Nesta pesquisa, apresentamos trabalhos da literatura nacional que discutem abordagens pedagógicas para estudantes com deficiência visual. O principal objetivo deste estudo é conhecer quais são as metodologias, recursos e estratégias que possibilitam a inclusão destes estudantes nas aulas de física. Nossa investigação foi baseada em artigos publicados em periódicos relacionados ao ensino de física entre 2001 e 2015. Em nossa análise, identificamos 29 artigos subdivididos nas seguintes áreas: Óptica, Mecânica, Eletromagnetismo, Termologia, Física Moderna e Ensino de Física, que apresentam 33 experimentos e/ou artefatos que auxiliam a compreensão dos conceitos físicos. Nós concluimos que há poucos trabalhos neste sentido, e o primeiro passo para mudança é aumentar o interesse e melhorar a capacidade dos professores, tornando – os aptos a elaborar novas metodologias que incluam estudantes com deficiência visual.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Deficiência Visual. Experimentos.

## **ABSTRACT**

In this research, we present national literature works that discuss pedagogical approaches to students with visual impairment. The main goal of this study is to know which methodologies, resources and strategies lead to inclusion of these students in physics classes. Our investigation was based on articles published in periodic magazines related to the physical education between 2001 and 2015. After our analysis, we identified 29 papers subdivided in the following branches: Optics, Mechanics, Eletromagnetism, Termology, Modern Physics and teaching of physics, which show 33 experiments and/or objects that support the comprehension of the physical concepts. We concluded that there are few works in this vein, and the first step to changing is to increase the interest and to improve the skills of the teachers. In this way, the teachers will be able to elaborate new methodologies including students with visual impairment.

**Keywords:** Teaching of physics. Visual impairment. Experiments.

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1: Quadros para identificação do conhecimento prévio dos alunos com e sem deficiência visual sobre a luz
- Figura 2: Representação tátil-visual de raio de luz e suas combinações.
- Figura 3: Representação tátil-visual da reflexão
- Figura 4: Representação tátil-visual da refração da luz
- Figura 5: Representação tátil-visual da dispersão da luz branca em um prisma
- Figura 6: Representação tátil-visual de uma câmara escura
- Figura 7: Representação dos Espelho convexo e côncavo e as várias possibilidades de formação de imagem
- Figura 8: Espelho esférico multissensorial e Formação de imagem em espelho côncavo
- Figura 9: Princípio de funcionamento da fibra óptica
- Figura 10: Produção de imagem real
- Figura 11: Representação dos feixes de luz
- Figura 12: Meio material transparente
- Figura 13: Meio material translúcido
- Figura 14: Meio material opaco
- Figura 15: Representação do fenômeno da Reflexão
- Figura 16: Representação do fenômeno da reflexão difusa
- Figura 17: Representação do fenômeno da refração
- Figura 18: Carrinho adaptado
- Figura 19: Plano inclinado
- Figura 20: Artefato que simula a queda de um objeto
- Figura 21: Fita de papel com marcas, feitas na queda do objeto
- Figura 22: Blocos de diferentes massas sobre as superfícies.
- Figura 23: Bloco enrugado sobre a superfície enrugada.
- Figura 24: Representação de uma reta normal à uma superfície.
- Figura 25: Representação de retas paralelas.
- Figura 26: Representação de vetores utilizando cola colorida e papel de alta densidade.
- Figura 27: Representação do Círculo trigonométrico e movimento circular
- Figura 28: Representação de ondas senoidais e do espectro eletromagnético

Figura 29: Material utilizado para imitar a atração e a repulsão entre as cargas e para representar símbolos de circuitos reais com fio, resistência e bateria.

Figura 30: Material utilizado para ensinar os conceitos de corrente elétrica, potencial elétrico e resistência.

Figura 31: Material com as representações de resistência em série e em paralelo

Figura 32: Circuito com resistências em série e paralelo

Figura 33: Esquema elétrico utilizado pelos autores para montar o experimento

Figura 34: Experimento da Lei de Faraday-Lenz

Figura 35: Casca hemisféricas revestidas com viscolycra

Figura 36: Disposição das cascas hemisféricas antes de encaixar e depois de ser encaixadas

Figura 37: Hemisférios de mesmos tamanhos, que unidos formam a representação de um ímã

Figura 38: Representação das linhas do campo magnético

Figura 40: Resistores adaptados

Figura 41: Placa de alumínio com os símbolos matemáticos em braile

Figura 42: Circuito de associação de resistores em série e paralelo

Figura 43: Representação da relação entre a cor e a absorção da luz

Figura 44: Artefato usado para trabalhar a 1ª Lei de Kepler (das órbitas elípticas)

Figura 43: Gráfico do efeito fotoelétrico usado como registro tátil-visual

Figura 45: Foto do olho humano, feito pelo dupla M.

Figura 46: Experimento construído pela dupla V.

Figura 47: Experimento elaborado pela dupla J.

Figura 48: Interface cérebro-computador (ICC)

Figura 49: Kit de robótica LEGO



## SUMÁRIO

1 - Introdução.....	1
2 - A Inclusão no Brasil .....	2
3 - Metodologia de Pesquisa.....	3
4 - Descrição dos Trabalhos .....	4
4.1 - A Inclusão e o ensino de Óptica.....	5
4.2 – A Inclusão e o ensino de Mecânica .....	16
4.3- A Inclusão e o ensino de Eletromagnetismo.....	26
4.4 – Inclusão e o ensino de Termologia .....	35
4.5 – A Inclusão e o ensino de Física Moderna .....	38
4.6- A Inclusão e a Física .....	40
5- Considerações Finais .....	45
Referências Bibliográficas .....	47

## **1- Introdução**

O processo de inclusão de alunos com necessidades especiais deve atender a todos, sem distinção, incorporando as diferenças no contexto escolar, o que exige transformação na organização da escola. Essa transformação passa obrigatoriamente por uma política de formação e educação continuada para professores, adaptações do ambiente escolar e novas metodologias que se adequem a necessidade de cada aluno. Na educação inclusiva o aluno constrói o seu conhecimento de acordo com suas capacidades, expressam suas ideias livremente e participam efetivamente do processo de ensino e aprendizagem (Almeida, 2014).

No Brasil, a inclusão começou a ser discutida no contexto escolar em 1996 pela Lei de Diretrizes e Bases que determina a inclusão de alunos especiais e garante infraestrutura de apoio especializado na escola regular para atender as necessidades peculiares de cada aluno. Com exceção de alguns casos que devido a condições específicas do aluno o impede de ser integrado em salas de aula regulares, estes devem ser atendidos em escolas especializadas. Somente em 2001, com a Resolução n.2/2001, a inclusão passou a ser obrigatória, pois determinava que os sistemas de ensino deveriam matricular todos os alunos, sendo de responsabilidade das escolas a adequação para o atendimento dos discentes com necessidades especiais, garantindo as condições necessárias para a educação de qualidade para todos.

Diante disso, decidimos por fazer uma busca na literatura nacional sobre trabalhos que discutem abordagens pedagógicas dirigidas para portadores de necessidade especiais, em especial para deficientes visuais. A fim de conhecer quais são as metodologias, recursos e estratégias utilizadas que possibilitam a inclusão e participação destes alunos nas aulas de física.

O presente trabalho está dividido em quatro capítulos. No Capítulo 1 realizamos uma contextualização sobre a inclusão no Brasil, sobre as leis que a delimitam e as políticas que envolvem o processo de inclusão. No capítulo 2 descrevemos como foi feita a seleção dos trabalhos e quais periódicos usamos como objeto de pesquisa. No capítulo 3 está a síntese de todos os trabalhos analisados, com as principais propostas pedagógicas e procedimentos sobre os experimentos utilizados. No último capítulo apresentamos os resultados das pesquisas e as nossas considerações finais.

## **2 - A Inclusão no Brasil**

No Brasil as primeiras iniciativas para educação de indivíduos com necessidades educacionais apareceram no século XIX, acompanhando as tendências da época em instituições residenciais e hospitais, ou seja, fora do sistema educacional. Na década de 50, com o descaso do poder público, movimentos comunitários e filantrópicos implantaram rede de escolas especiais para alunos com necessidades especiais que eram excluídos das escolas regulares (Mendes, 2006).

Apenas em 1970, o poder público ampliou o acesso à escola para todos, com a inclusão de classes especiais nas escolas públicas de responsabilidade dos sistemas estaduais. Deu-se então o início da institucionalização da educação especial no Brasil, sob o preceito de “integração escolar”. Após 30 anos, década de 90, começaram as discussões em defesa da “educação inclusiva” sob alegação que a política de “integração escolar” era um processo de exclusão na escola pública de crianças malquistas pela escola comum, que eram conduzidas para as classes especiais (Ferreira, 1994; Jannuzzi, 2004).

O início da inclusão foi marcado pela Declaração de Salamanca, na Espanha, em junho de 1994 na Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais realizada pela UNESCO. Nesta conferência foi assinado por 92 países, dentre eles o Brasil, o documento das Nações Unidas "Regras Padrões sobre Equalização de Oportunidades para Pessoas com Deficiências", que tem como principal objetivo assegurar que a educação de pessoas com deficiências seja parte integrante do sistema educacional.

Em 14 de dezembro de 1991 foi assinada a Resolução 45/91 da ONU, que requisitou ao mundo "uma mudança no foco do programa das nações unidas referente à deficiência passando da conscientização para a ação, com o comprometimento de concluir com sucesso uma sociedade global para todos até de 2010". As mudanças no Brasil começaram acontecer em 1996, pela Lei de Diretrizes e Bases que determinava a inclusão e assegurava serviços de apoio especializado na escola regular para atender as particularidades de cada aluno. Com ressalva para alguns casos que devido a condições específicas do aluno o impedia de ser integrado em classes regulares, estes deveriam ser atendidos em classes, escolas ou serviços especializados.

Porém, com a Resolução n.2/2001 que instituiu as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica, houve uma evolução no aspecto da globalização e atenção à diversidade, na educação brasileira. A resolução determinava que os sistemas de

ensino deveriam matricular todos os alunos, sendo de responsabilidade das escolas a adequação para o atendimento dos discentes com necessidades especiais.

Em 2005, na tentativa de promover a educação inclusiva, o Ministério da Educação (MEC), investiu no Programa de Educação Inclusiva: Direito à Diversidade, que ofereceu cursos fechados (para pequenos grupos de professores) com duração de uma semana em Brasília. Os inscritos recebem apostilas prontas e após realizarem o curso, voltam para suas cidades e se tornam “instrutores” aptos a repassarem os conhecimentos adquiridos no programa para outros profissionais e assim disseminar a política de inclusão em suas regiões. Essa tentativa do MEC, para especialistas (Fuller e Clark 1994), tem atrapalhado a construção da inclusão no contexto escolar, pois impõe uma única concepção de política de inclusão, desvia o foco do debate principal que seria como melhorar a qualidade da educação brasileira para todos sem distinção e centraliza na questão de onde esses alunos deveriam estudar, desconsidera a opinião das partes envolvidas como os portadores de deficiências, suas famílias e professores.

A realidade, do processo de inclusão, em nosso país, ainda está distante do que se propõe a legislação, mas para que ela aconteça será necessário um esforço coletivo, que implica na revisão de postura de pesquisadores, políticos, prestadores de serviços e familiares. Requer mudança, também, nas condições de trabalho, capacitação dos profissionais e discussões sobre inclusão nos cursos de Licenciaturas e extinção de ambientes segregadores para que a inclusão de fato aconteça (Mendes, 2006).

### **3 - Metodologia de Pesquisa**

A revisão bibliográfica apresentada nesse trabalho foi realizada sobre artigos presentes em periódicos de pesquisa em ensino no período de 2001 a 2015. Inicialmente, optamos pelos seguintes periódicos: Ciência em tela, Interciência e Sociedade, Revista da SBEnBIO, Ciência e Educação, A física na escola, Educação Científica eletrônica, Revista Brasileira do Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Investigações em ensino de ciências e Revista Brasileira de Educação Especial. No decorrer da revisão, entretanto, percebemos que nos periódicos, Caderno Brasileiro de Ensino de Física e SBEnBIO, não continham artigos

relacionados ao Ensino de Física para Deficientes Visuais e portanto foram excluídos da revisão.

A física é uma área de conhecimento ampla, portanto, para os objetivos dessa revisão, nos concentramos em classificar os artigos por temas da física: Óptica, Mecânica, Eletromagnetismo, Termodinâmica e Física Moderna. Os artigos revisados que não abrangem nenhum conteúdo específico da física, decidimos por caracterizá-los como A inclusão no cotidiano escolar. Após a classificação dos artigos conforme os tópicos de estudo, os resultados da tabulação estão apresentados na tabela 1. Ao analisarmos os dados, observamos um crescimento significativo na pesquisa na área do Ensino de Física para Deficientes Visuais. De 2001 a 2007 foram publicados 7 artigos e de 2008 a 2015 foram publicados 22 artigos, um aumento considerável na produção nessa área de pesquisa. A seguir fazemos descrição dos trabalhos encontrados na literatura.

Tabela 1: Classificação dos artigos por tópico de estudo e ano de publicação

	2001	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Óptica						1	2			1	2			
Mecânica	1				2	1			2				1	
Eletromagnetismo						1	2	1		2				
Termologia					1			1		2				
Física Moderna									1					
Ensino de Física									1		2		2	

#### 4 - Descrição dos Trabalhos

Nessa investigação foram encontrados 29 artigos relacionados ao tema de inclusão do aluno deficiente visual no contexto de ensino de física, que foram classificados em: Óptica, Mecânica, Eletromagnetismo, Termologia, Física Moderna e Ensino de Física. A seguir apresentamos as estratégias, experiências, relatos e informações pertinentes sobre os trabalhos.

#### **4.1 - A Inclusão e o ensino de Óptica**

Dentre os artigos revisados, foram encontrados seis trabalhos que abordam o conteúdo de óptica. Nos artigos analisados, constam explicações de experimentos e montagens que podem favorecer a compreensão e aprendizagem dos conceitos.

Camargo e Nardi (2007) fizeram um estudo sobre o empenho de futuros professores em planejar, elaborar e ministrar, aulas com tópicos de óptica para uma turma que incluíam alunos com deficiência visual. Este estudo foi feito através da análise do planejamento e discussões de um grupo de licenciandos do sétimo período do curso de licenciatura em física da UNESP de Bauru. O grupo de licenciandos, constituído por quatro alunos, deveriam elaborar um minicurso de 16 horas sobre o tema de óptica com as adequações necessárias para atender alunos com deficiência visual e alunos videntes, além de apresentarem as dificuldades e alternativas encontradas ao ministrar as aulas em relação à problemática dos alunos com deficiência visual.

As dificuldades apresentadas foram o desconhecimento dos licenciandos das limitações e potencialidades de um deficiente visual, dependência estabelecida entre os conceitos ópticos e a visão, experimentos sobre luz, sombra e cores com a percepção visual desses fenômenos e elaboração de experimentos sobre os conceitos de sombra, luz e cores independentes da observação visual. As alternativas encontradas para solucionar as dificuldades dos licenciandos foram representar esses fenômenos com referenciais táteis e auditivos, interação entre professor, alunos videntes e deficientes visuais. Propuseram, também, o uso de maquetes para que os alunos sentissem o que está acontecendo e explicação oral detalhada das imagens e esquemas gráficos utilizados. Os licenciandos ainda pontuaram a importância de questionar a opinião dos alunos sobre a aula a fim de melhorar e planejar ações educacionais futuras.

Neste trabalho ficou evidente a importância de superar elementos tradicionais (professores e discentes passivos) que envolvem atividades de ensino de física e centrar as atividades em alunos e professores ativos, trabalhos em grupos, aproximação aluno – professor e aluno vidente – não vidente.

Procurando compreender as principais barreiras encontradas pelos alunos com deficiência visual no ensino de óptica, Camargo e Nardi (2008a), fizeram um estudo das principais dificuldades comunicacionais entre licenciandos e alunos do ensino médio com deficiência visual. Os minicursos ocorreram no Colégio Técnico Industrial Prof. Isaac Portal

Roldán em - Bauru–SP com a participação de 35 alunos videntes e dois alunos deficientes visuais, um dos alunos possuía 15 anos de idade e era cego de nascimento e o outro possuía 34 anos e perdeu a visão aos vinte e quatro anos.

O minicurso foi estruturado em quatro atividades, filmadas, que tralharam os seguintes conceitos: Princípios gerais de óptica, reflexão, refração e absorção da luz, materiais transparentes, translúcidos e opacos, fonte de luz, cor de um corpo, dispersão da luz, relação entre cor e sensação térmica, espelhos planos, espelhos esféricos e lentes. Analisando as filmagens foi possível identificar as linguagens usadas que dificultaram a comunicação entre os videntes e os deficientes visuais. As dificuldades comunicacionais identificadas foram relacionadas a significados indissociáveis de representação visual, como por exemplo, cor, transparência, opacidade e materiais translúcidos, pois o contato com fenômenos que dependem da observação visual impossibilita a compreensão dos mesmos por deficientes visuais de nascimento. Também foram encontradas deficiências no uso da linguagem Audiovisual interdependente/significado vinculado nas representações visuais, que se caracteriza por associar códigos auditivos independentes dos visuais, como por exemplo, quando o professor fala: “Aqui a gente tem um esquema de um raio de luz (e indica o local com as mãos)”. De acordo com o presente estudo, essa falha representa 34,6 % das dificuldades comunicacionais referente ao aluno que perdeu a visão e 76,0 % referente ao aluno que nasceu cego.

Outra falha apontada que representa 20,8% das dificuldades de comunicação do aluno cego de nascimento foi a linguagem fundamental auditiva/significado indissociável, que se caracteriza pelo uso de códigos que associam a imagens visuais mentais, como por exemplo, quando o professor pergunta: “Porque as cores do arco-íris tem aquela ordem?”. O aluno com deficiência visual não consegue identificar que ordem o professor se refere pelo fato de não ter uma representação mental do arco-íris. Já a linguagem Audiovisual interdependente/significado indissociável de representações visuais representa 13,9% das dificuldades de comunicação referente ao aluno cego por nascimento e 8,0% ao aluno que perdeu a visão. Essa linguagem se caracteriza pelo uso de códigos auditivos e visuais independentes associados a conceitos óticos indissociáveis, como por exemplo, quando o professor fala: “Aqui temos um objeto transparente e um opaco, olhem como é ou vejam esta característica”.

A linguagem Tátil-auditiva interdependente/significado indissociável de representações visuais se caracteriza pela utilização de maquetes táteis para representar

conceitos indissociáveis como cores, transparente e opaco. Os códigos táteis e auditivos não se veiculam e o aluno cego por nascimento não consegue compreender o significado do conceito. Sendo assim, essa linguagem representa 11,9% das dificuldades do aluno com deficiência visual por nascimento.

Uma das dificuldades, também, apontadas é a utilização da linguagem Auditiva e visual independentes/significado indissociável de representações visuais que corresponde a 8,9% das dificuldades comunicacionais do aluno com deficiência visual por nascimento. Essa linguagem pode ser descrita por duas situações: quando o professor projeta (através do uso de data show) e descreve oralmente frases com significados indissociáveis e quando realiza experimentos demonstrativos, como por exemplo, quando o professor fala: “Eu estou aproximando a luz vermelha da camiseta branca. O que vocês perceberam?

A linguagem tátil-auditiva interdependente/significado vinculado nas representações visuais representa 2% das dificuldades encontradas pelo aluno com deficiência visual por nascimento e 8% do aluno que perdeu a visão. Como por exemplo, quando se usa uma maquete da dispersão da luz para explicar o arco-íris. A maquete não consegue representar a descrição tátil da geometria do fenômeno citado. Para a linguagem fundamental/significado vinculado nas representações visuais foi indicada como responsável por 2% das dificuldades do aluno cego por nascimento e 8% para as dificuldades do aluno que perdeu a visão. Nessa linguagem o professor apresenta estruturas matemáticas como, por exemplo, procedimentos (matemáticos) para trabalhar a Lei de Gaus. E por fim, a linguagem visual/significado vinculado nas representações, quando o professor sem realizar descrições projeta no data show um registro visual de uma câmara escura. Essa linguagem foi apontada como responsável por 1% das dificuldades do aluno com deficiência visual por nascimento.

Camargo e Nardi (2008b) apresentam sete artefatos tátil-visuais para o ensino de óptica, podendo ser utilizados com alunos cegos, com baixa visão e com alunos videntes. O primeiro consiste em quatro quadros construídos com papelão e adesivos, como está representado na Figura 1. No quadro 1 foi representado o modelo científico para a ocorrência da visão. A seta que simboliza um raio de luz sai da fonte de luz, incide no objeto que a reflete até o observador. No quadro 2 foi feita a representação de uma seta indo do observador para o objeto e a outra do objeto para o observador, sem que a fonte de luz participe. No quadro 3 há a participação da fonte de luz, porém o sentido da seta sai do observador para o objeto e no quadro 4 as setas não se relacionam observador e objeto, elas apenas saem da fonte de luz sem atingir o observador. Os autores utilizaram os quadros para promoverem um



debate de como ocorre a visão e ao final os alunos deficientes visuais e videntes deveriam identificar o quadro que melhor representa a resposta correta.

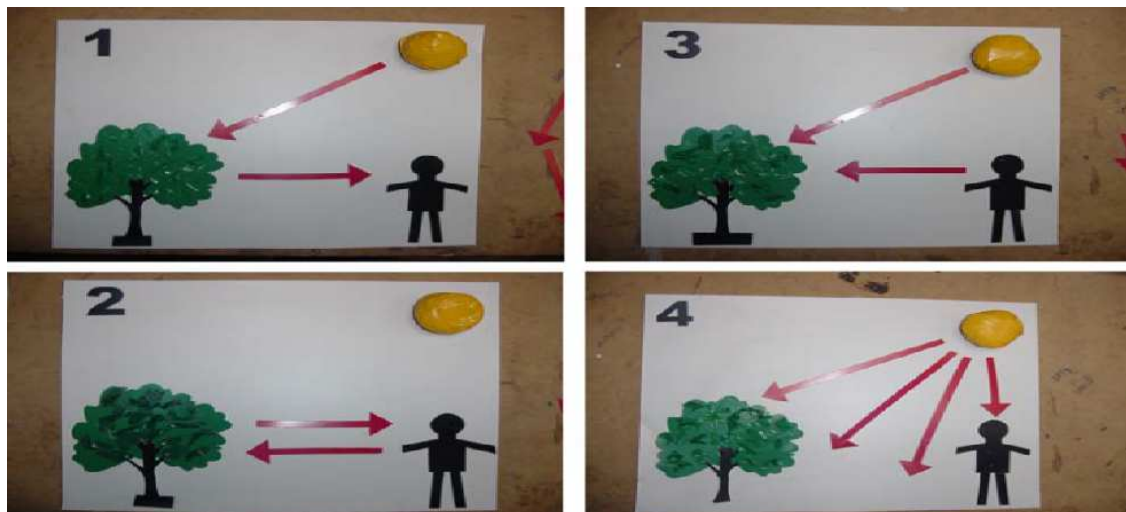


Figura 1: Quadros para identificação do conhecimento prévio dos alunos com e sem deficiência visual

O segundo artefato (Figura 2), construído por papelão e barbantes, foi utilizado para representações táteis e visuais de raio de luz e suas combinações, paralelos, convergentes e divergentes. Esse artefato cria um canal de comunicação que o professor pode aproveitar para explicar a direção e propagação da luz. Os autores, ainda recomenda fazer debates relacionados a luz entre os alunos com e sem deficiência visual.

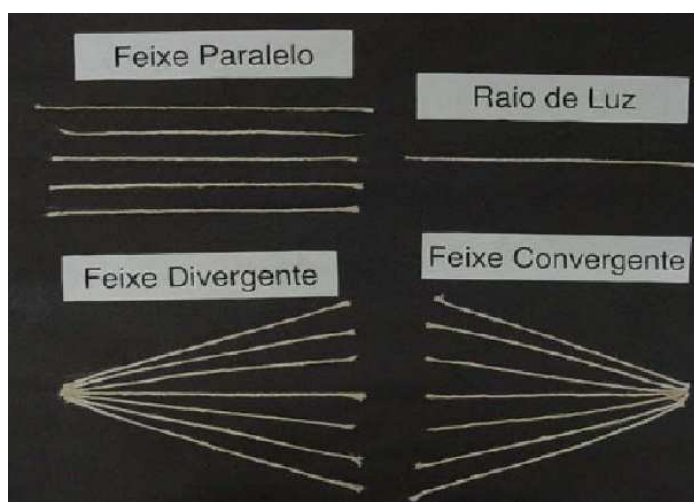


Figura 2: Representação tátil-visual de raio de luz e suas combinações.

No terceiro artefato (Figura 3), também construído com papelão e barbante, é possível abordar o fenômeno da reflexão da luz. Como sugestão os autores, orientam os professores para que separem a turma em grupos compostos por alunos com e sem deficiência visual. E logo em seguida, trabalhar com um espelho e levantar as questões: O que você vê quando olha para o espelho de frente? E quando olha pela lateral? Através desse debate os alunos com deficiência visual poderão através dos relatos dos alunos videntes perceber o que está acontecendo.



Figura 3: Representação tátil-visual da reflexão

Já no quarto artefato (Figura 4), construído por papelão, barbante, e papel celofane é possível trabalhar o conceito de refração da luz. Para trabalhar com esse artefato os autores sugerem que o professor mostre aos alunos um lápis dentro de um copo com água e pergunte o que está acontecendo, o relato dos alunos videntes ajudarão os alunos com deficiência visual compreenderem o que está acontecendo. Logo em seguida o professor deverá fazer o aluno deficiente visual tocar o anteparo e só então explicar porque o lápis parece torto.

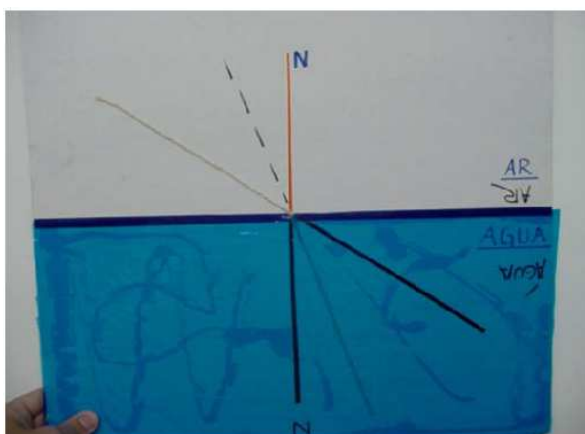


Figura 4: Representação tátil-visual da refração da luz

Para representar a dispersão da luz, utilizaram um artefato tridimensional, construído por placas acrílicas e barbantes (Figura 5), quinto experimento do trabalho. Para trabalhar com esse artefato em sala de aula, os autores sugeriram colocar um prisma de água sobre um retroprojeto para que os alunos videntes observassem a dispersão da luz do equipamento sendo decomposta nas cores do arco-íris. Por meio de um debate sobre onde eles observavam esse fenômeno e quando o arco-íris aparece. É possível investigar os conhecimentos prévios dos alunos com deficiência visual e assim orientá-lo na utilização do artefato.

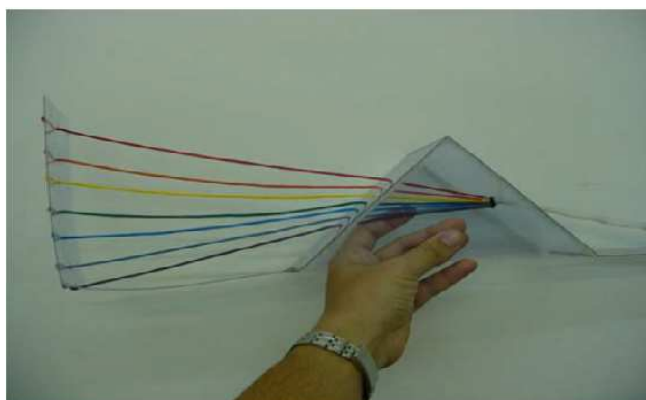


Figura 5: Representação tátil-visual da dispersão da luz branca em um prisma

O artefato 6 (Figura 6) foi construído com papelão, barbante e cartolina. Este experimento foi utilizado para representar a máquina fotográfica e a formação de imagem no olho humano. Ao conduzir a manipulação do artefato, o professor detalhou as características e propriedades trabalhadas, como por exemplo, a comparação das dimensões do objeto e da imagem e suas posições. Recomenda-se fazer um debate para que os alunos com e sem deficiência visual troquem experiências para ajudar o aluno com deficiência visual a construir seu conhecimento.

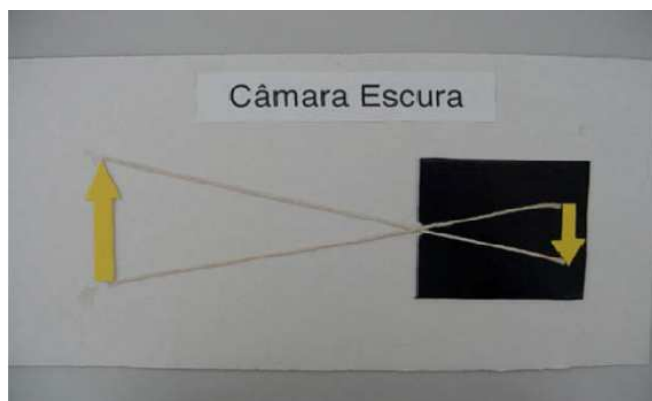


Figura 6: Representação tátil-visual de uma câmara escura

E por fim, o artefato 7 (Figura 7), trabalha imagens formadas através de espelhos côncavos e convexos. Este artefato consiste em quadros com várias possibilidades de formação de imagens. Ao utilizar o artefato o professor deverá conduzir as mãos do aluno durante a explicação.

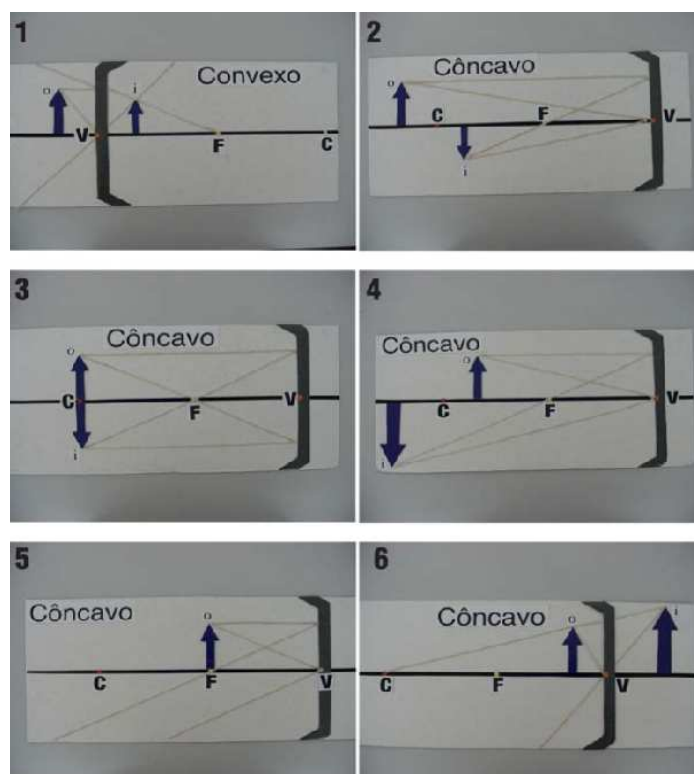


Figura 7: Representação dos Espelhos convexo e côncavo e as várias possibilidades de formação de imagem

Camargo e Agostini (2012) apresentaram dois artefatos, um para representar a formação de imagens em espelhos esféricos e outro para representar a trajetória da luz no interior de uma fibra óptica, conforme Figuras 8 e 9.

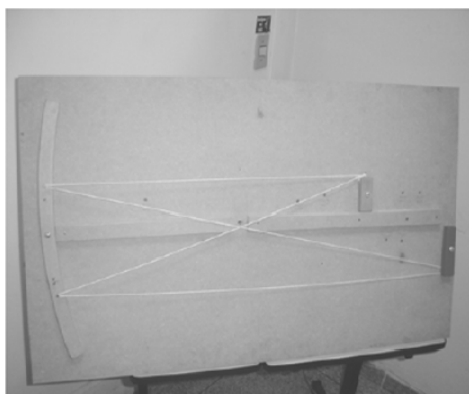


Figura 8: Espelho esférico multissensorial. Formação de imagem em espelho côncavo.



Figura 9: Princípio de funcionamento da fibra óptica

Além das maquetes, os autores elaboraram uma sequência didática dividida em cinco etapas para auxiliar o professor na utilização dos artefatos. Na etapa 1 denominada Interação e observação do fenômeno, o professor deverá iniciar a aula com uma problematização que ajudará os alunos na formulação de hipóteses sobre espelhos esféricos e fibra óptica. Na observação é necessário que os alunos videntes relatem detalhadamente aos alunos com deficiência visual o que está acontecendo. O objetivo desta etapa é fazer com que os alunos consigam elaborar soluções para situação problematizadora inicial. Na segunda etapa os alunos divididos em grupo discutirão as hipóteses elaboradas para solução do problema, refletindo sobre as soluções propostas por cada um e as colocando em prova. Em seguida, os grupos deverão por meio de debate aberto discutir as soluções encontradas para o problema inicial, dando assim início a terceira etapa denominada Debate. Já na quinta etapa, o professor fará a explicação do fenômeno estudado levantando os pontos mais relevantes do debate realizado na etapa anterior. Assim, os alunos poderão comparar os modelos citados com o modelo científico e reformular suas ideias e conceitos, essa etapa é chamada de mediação. E para encerrar a atividade, o professor deve pedir que os alunos respondam as questões levantadas. Sugere-se que os alunos sejam avaliados durante todas as etapas.

Almeida (2011) também apresentou um experimento construído com materiais de fácil aquisição (Figura 10) com o objetivo de discutir conceitos de formação de imagens reais em espelho côncavos.

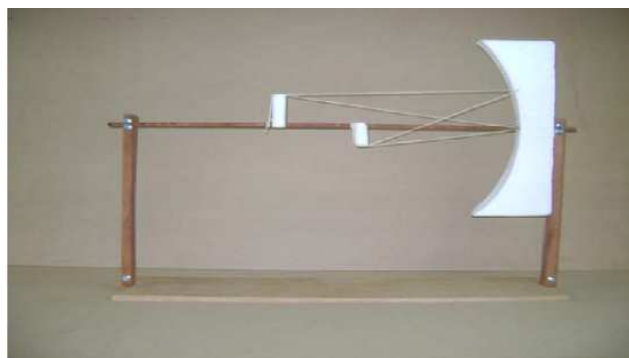


Figura 10: Produção de imagem real

Após o contato do estudante com o aparato, o professor deve explicar todo o processo de formação de imagens em espelhos côncavos, definindo o que é imagem real, virtual e as posições que o objeto pode assumir. Sugere-se que seja levado espelhos reais para oferecer aos alunos videntes experiências sobre os fenômenos estudados. É necessário, também, promover um debate entre alunos com e sem deficiência visual para trocas de informações e aplicação dos espelhos no cotidiano.

Por fim, Everton e Silva (2012) propuseram um conjunto de metodologias e recursos adaptados para o ensino de Óptica para alunos com deficiência visual, visando favorecer a aprendizagem e por consequência, a inclusão desses alunos no ensino regular. Esse trabalho foi realizado com duas turmas de escolas da rede estadual de ensino de São Luís, Maranhão, uma escola situada na zona rural e outra na zona urbana, cada turma tinha um aluno com deficiência visual.

Os autores utilizaram como base de seus anteparos experiências realizadas anteriormente pelo Prof<sup>o</sup>. Dr. Éder Pires de Camargo, a fim de testá-las e caso houvesse falhas sugerir melhorias e novos recursos. Sendo assim, o primeiro anteparo utilizado foi o de Camargo e Nardi (apresentado em 2008) para representar os feixe de luz e suas combinações (Figura 11).

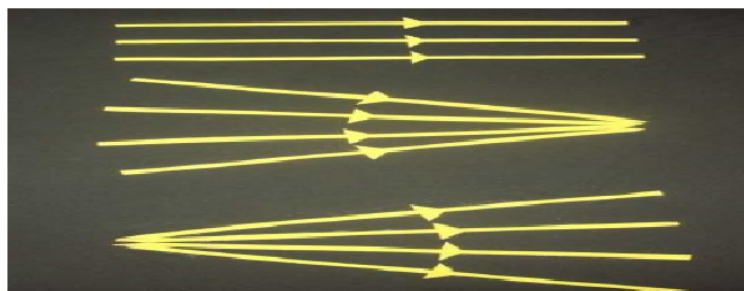


Figura 11: Representação dos feixes de luz

Como sugestão de melhoria, Everton e Silva apresentaram anteparos que ajudam a trabalhar materiais transparentes, opacos e translúcidos. O professor utilizou analogias tais como: em materiais transparentes (Figura 12), os raios de luz atravessam o meio e chegam do outro lado, quando conseguimos passar de uma sala para outra livremente, sem nenhum obstáculo.



Figura 12: Meio material transparente

Para meios translúcidos, foi utilizado um anteparo (Figura 13), para mostrar que os raios de luz conseguem ultrapassar o meio, porém há uma confusão na direção de propagação dos raios. O professor pode utilizar o exemplo anterior e ressaltar que assim como nos meios transparentes conseguimos passar de uma sala para outra, contudo no meio translúcido é necessário desviar dos obstáculos até a saída, assim como o feixe de luz.

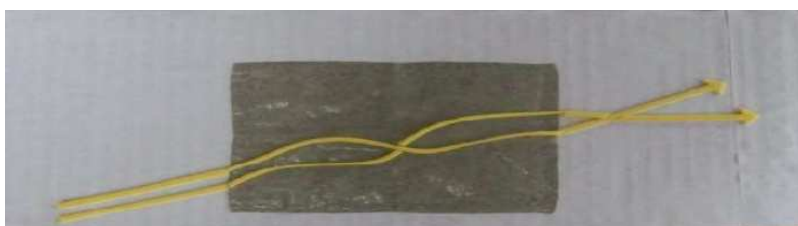


Figura 13: Meio material translúcido

No meio material opaco, os raios de luz não conseguem ultrapassar o meio. Para representar o comportamento dos raios de luz foi utilizado outro anteparo (Figura 14)



Figura 14: Meio material opaco

Após o aluno compreender o comportamento dos raios de luz nos diferentes meios materiais, o professor poderá trabalhar os conceitos de reflexão e refração. Para a reflexão foi usado o anteparo da Figura 15.



Figura 15: Representação do fenômeno da Reflexão

O mesmo pode ser feito para trabalhar a reflexão difusa (Figura fig.16). Ao manusear o anteparo o professor deve ressaltar as irregularidades do meio.

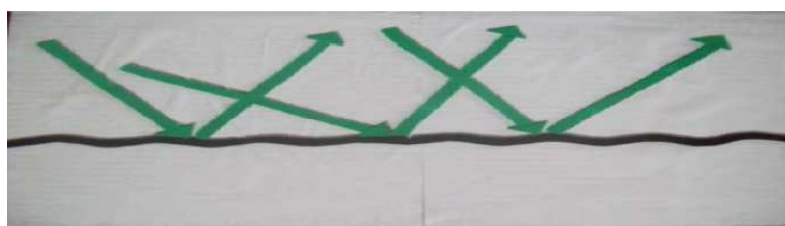


Figura 16: Representação do fenômeno da reflexão difusa

No último anteparo (Figura 17), é possível trabalhar o fenômeno da refração.



Figura 17: Representação do fenômeno da refração

Após realizar os experimentos o autor concluiu que a metodologia e recursos utilizados contribuíram para o processo de aprendizagem dos alunos com deficiência visual como também na aprendizagem dos alunos videntes.



## 4.2 – A Inclusão e o ensino de Mecânica

Os conceitos relacionados à mecânica estão presentes em sete artigos revisados. Os trabalhos analisados abordaram estratégias metodológicas e maquetes que podem ser utilizados em sala de aula para compreensão e aprendizagem dos alunos com deficiência visual.

A abordagem dos conceitos de repouso e movimento foi feita por Camargo e Scalvi (2001), com um grupo de seis deficientes visuais de nascimento, adultos, com idade entre 16 e 45 anos, alunos da Instituição Lar Escola Santa Luzia para Cegos, localizada na cidade de Bauru. Discussões foram feitas em forma de entrevista. Cada entrevistado foi colocado em quatro situações problemas com o objetivo de discutir as possibilidades do movimento dos corpos. A primeira situação problemática aborda o repouso dos objetos, através da questão: O que faz com que o livro fique em repouso sobre a mesa? A segunda situação discute o movimento horizontal dos objetos com a seguinte questão: Com as mãos, aplica-se ao livro uma força paralela ao plano: O que acontecerá quando não houver mais contato entre a mão e o livro? Na abordagem sobre queda dos objetos, terceira situação, os alunos deveriam responder: O que acontece quando abandonamos uma pedra e o que acontece quando a lançamos para cima? E por fim, foi trabalhado o conceito de trajetória dos objetos através da seguinte situação: Considere um tubo cilíndrico não encurvado colocado sobre uma mesa horizontal. Coloca-se dentro do tubo uma esfera rígida de metal cujo diâmetro é apenas um pouco menor do que o diâmetro do tubo, a fim de que possa se mover livremente dentro do tubo. Você empurra a esfera. Qual será o caminho percorrido por ela após abandonar o tubo? Sendo possível trabalhar o conceito de trajetória dos objetos.

Através da discussão foi possível identificar as concepções alternativas sobre movimento e repouso de cada aluno com deficiência visual. Caso algum entrevistado mencionasse termos como força, gravidade e pressão, o mesmo, era questionado sobre seu significado e juntamente com o professor decidia se o termo seria utilizado ou não.

As concepções alternativas<sup>1</sup> identificadas foram separadas e classificadas em: Concepções alternativas aristotélicas (A), ideias que obedecem aos princípios de movimento forçado (a todo corpo móvel associa – se um movedor que mantém constante o contato com o que se move) e movimento natural (queda de objetos sólidos); Concepções alternativas de Impetus (I), aqui o movedor não é entendido como um “ente físico”; Concepções alternativas

---

<sup>1</sup> As Concepções alternativas expressas por todos os sujeitos e suas classificações estão descritas no trabalho.

parcialmente aristotélicas (PA), as ideias obedecem aos princípios aristotélicos de movimento, mas utilizam elementos como o ar ou a gravidade como movedores e conceitos de velocidade; Concepções alternativas discordantes do modelo aristotélico de movimento (DA), ideias contrárias ao modelo aristotélico; Concepções alternativas discordantes da teoria do impetus (DI), ideias que discordam da teoria de impetus circular; Concepções alternativas sem conexão (SC) são ideias que não obedecem ao modelo aristotélico e impetus.

As concepções alternativas analisadas expressaram basicamente que quando o sujeito está em repouso não há ação de forças presentes, para os alunos o conceito de repousar não necessita de muitas explicações, já que para eles é uma coisa óbvia a situação de um livro não se movimentar sem que algo ou alguém o tire dali. E o movimento é causado devido à ação de uma força, portanto assim que a força parar de atuar sobre o objeto o mesmo irá parar.

Já no trabalho apresentado por Camargo e Silva (2006), foi feita uma abordagem sobre a posição de encontro de dois móveis. Este trabalho também foi realizado com cinco alunos com deficiência visual da Instituição Lar Escola Santa Luzia para Cegos, localizada na cidade de Bauru. A atividade foi dividida em 3 momentos, no primeiro foi apresentado aos alunos a gravação da situação-problema: Um carro se aproxima de uma ferrovia. O motorista nota, pelo som do apito e das rodas do trem, o movimento do mesmo. Conseguirá o motorista do carro frear o veículo para que não haja colisão? (Na gravação é possível ouvir o som do carro se movendo e o som do trem apitando e se movendo).

Após a exposição da problematização foi criado um momento de reflexão sobre a questão do problema, nesse momento os alunos puderam relatar as observações obtidas do evento sonoro e elaborar hipóteses para as condições que causariam uma possível colisão entre o trem e o carro. No terceiro momento, os alunos foram incentivados a discutir soluções para a situação problematizadora, nesse debate os alunos elaboraram três soluções para que o trem e o carro não entrassem em colisão. A primeira, diz que carro e o trem movem - se em trajetórias paralelas e por isso não colidirão. Na segunda solução, o carro e o trem não se movem em trajetórias paralelas, porém o carro passa antes que o trem pelo ponto de interseção de suas trajetórias. Já na terceira solução apresentada, o carro e o trem não se movem em trajetórias paralelas, contudo um dos veículos freia e para antes do ponto de interseção de suas trajetórias. As variáveis apresentadas pelos alunos que influenciam na solução do problema foram a direção das trajetórias, distância, velocidade, aceleração, atrito e peso. Através dessa atividade discutiram soluções para o problema aberto, utilizaram e

articularam grandezas físicas o que propiciou a aprendizagem dos conceitos trabalhados e a motivação dos alunos com deficiência visual.

Para trabalhar os conceitos de aceleração da gravidade, Camargo, Silva e Barros (2006), propuseram duas atividades a um grupo de nove alunos com deficiência visual da também da Instituição Lar Escola Santa Luzia para Cegos, dos nove alunos, cinco participaram da primeira atividade e sete da segunda.

A primeira atividade tinha como objetivo construir o conceito de aceleração da gravidade através da observação auditiva da variação da velocidade de um carrinho que se move em um plano inclinado. Utilizou - se, então, um carrinho com rodinhas adaptado (Figura 18), uma superfície de madeira e papel alumínio (Figura 19). O circuito elétrico da sirene do carrinho e as baterias ficam abertos com os fios de ligação para fora, assim, durante a descida no plano inclinado, a sirene tocará quando os fios encostam na parte condutora do plano e não emitirá som quando encostar na parte isolante. A superfície do plano inclinado foi construída com espaços condutores e espaços isolantes alternados.



Figura 18: Carrinho adaptado



Figura 19: Plano inclinado

Ao manipular o artefato, os alunos devem dar um impulso no carrinho com as mãos, fazendo com que o mesmo suba pelo plano inclinado e observar auditivamente a diminuição da velocidade através dos sinais emitidos pela sirene. Depois devem fazer o processo inverso e deixar o carrinho descer o plano, observando auditivamente o aumento da velocidade. O professor pode alterar o ângulo de inclinação do plano e pedir para os alunos observarem o que acontece e compararem com as situações anteriores. Em seguida, os alunos deverão se dividir em grupos para discutirem as observações feitas a fim de conseguirem explicar a

variação do intervalo de tempo dos sinais emitidos pela sirene. Em seguida, o debate deve se estender para turma e os grupos deve apresentar suas conclusões sobre o fenômeno observado. Durante as discussões, o professor deverá participar apresentando argumentos científicos e questionamentos, como por exemplo, Porque o som está variando? E assim conseguir abordar os conceitos de aceleração e desaceleração. A fim de complementar a atividade os autores trabalharam o texto “Gravidade” (que pode ser apresentado por uma gravação ou leitura). Como avaliação final os alunos deveriam responder a seguinte questão: Por que os objetos caem?

Na segunda atividade os autores apresentaram outro artefato, construído por tubos de PVC, sensores magnéticos para alarme, um disco metálico e um ímã, bobina, oscilador, potenciômetro, rolo de fita de papel (a fita foi usada para fazer marcações em alto relevo de 1 cm para demarcar as distâncias) e um fio de nylon (usado para retirar o disco de dentro do tubo ou controlar a velocidade manualmente). Este artefato possibilitou a abordagem do conceito de gravidade através da observação auditiva e tátil da queda de um objeto (Figura 20). A construção do artefato foi descrita com detalhes no trabalho.



Figura 20: Artefato que simula a queda de um objeto

A atividade foi estruturada da seguinte maneira, em um primeiro momento, os alunos foram separados em grupos e orientados a deixar o disco cair dentro do tubo e observar auditivamente a queda do mesmo. Com a fita de papel (Figura 21), obtida no experimento, os alunos com e sem deficiência visual devem, com a ajuda das marcas de 1 cm em relevo deixadas no papel, medir o comprimento de cada intervalo numerado na fita (os valores podem ser anotados em Braille), nesse momento o professor pode aproveitar para levantar

algumas questões, como por exemplo, Esses comprimentos são iguais? Por quê? A diferença entre cada intervalo consecutivo é constante? Qual é o significado físico desses comprimentos? As velocidades em cada intervalo têm o mesmo valor? Por quê? E então, solicitar que os alunos calculem o valor da variação da velocidade.



Figura 21: fita de papel com marcas, feitas na queda

Como avaliação da atividade os alunos devem responder a seguinte situação: Como seriam as marcas deixadas por um vibrador em uma fita de papel presa a um objeto que se move com velocidade constante? Vale ressaltar que esta atividade atingiu seus objetivos, ou seja, conseguiu contribuir na construção dos conceitos de aceleração e desaceleração dos alunos com deficiência visual além de motivá-los a participarem da aula.

Camargo (2007), também, propôs mais uma atividade para trabalhar os conceitos de cinemática. Na atividade foi utilizado três Kits: Kit 1 composto por três superfícies (áspera, lisa e uma com polimento intermediário), blocos de madeira com superfícies iguais e massas diferentes (100g, 300g e 500g) (Figura 22); o Kit 2 possui uma superfície enrugada e um objeto com a superfície enrugada (Figura 23); o Kit 3 formado por um pedaço de cabo de vassoura de 30 cm de comprimento, fixo perpendicularmente a uma pequena tábua de 30 cm de comprimento por 20 cm de largura (Figura 24) e três pedaços de madeira de 5 cm de largura por 15 cm de comprimento, fixos paralelamente a uma pequena tábua de 30 cm de comprimento por 20 cm de largura (Figura 25).



Figura 7: Kit 1, Blocos de diferentes massas sobre as superfícies.



Figura 23: Kit 2 - Bloco enrugado sobre a superfície enrugada.



Figura 24: Kit 3 - Representação de uma reta normal



Figura 25: Kit 3 - Representação de retas paralelas.

A atividade pode ser conduzida em quatro partes. Inicialmente o professor deve separar os alunos em grupos com quatro pessoas e entregar o Kit 1. A aula deve ser iniciada com um problema central relacionado com o tema a ser trabalhado, logo em seguida, os discentes devem ser orientados a empurrarem os diferentes blocos de madeira variando suas posições sobre a superfície lisa e áspera, e observar o que ocorre no movimento dos mesmos quando mudamos a superfície. O docente pode trabalhar as seguintes questões: Quais são os principais fatores que influenciam o movimento do bloco? O “peso” do objeto é importante? Seu formato é importante? Ambos são importantes? Como podemos descobrir? O autor decidiu trabalhar, de início, com o termo “peso” no lugar de “massa” porque a ideia de peso é mais comum entre os alunos, porém, durante a atividade o significado desses conceitos físicos foram esclarecidos.

Após o reconhecimento, manuseio e observação do artefato, recomendou-se que fosse organizado um debate entre os grupos para troca de informações e para que cada um exponha

suas opiniões sobre as observações feitas. Em seguida, o professor deve distribuir o kit 2 e explicar que os materiais são uma representação de superfícies irregulares a nível atômico, porém, ampliadas. E assim, explicar a relação entre o atrito e a aceleração, e que o atrito surge devido as irregularidades apresentadas nas superfícies em contato. Como forma de avaliação, o professor deve ler a questão: Como uma pessoa, em repouso sobre a superfície gelada e muito lisa de um lago, poderia alcançar a margem? Os alunos poderão responder a questão através de debates ou anotações. Nesse artigo, o autor, também, discutiu a problematização proposta em seu trabalho em 2006, relacionada a posição.

Em 2010, Camargo, apresentou um estudo que busca compreender as principais barreiras para a inclusão de alunos com deficiência visual, em aulas de mecânica, analisando as dificuldades de comunicação entre licenciandos e discentes com deficiência visual. Os minicursos ocorreram no Colégio Técnico Industrial Prof. Isaac Portal Roldán (CTI - Bauru) com a participação de 35 alunos videntes e dois alunos deficientes visuais, um dos alunos possui 15 anos de idade e é cego de nascimento e o outro possui 34 anos e perdeu a visão aos vinte e quatro anos. As atividades realizadas fazem parte do projeto “O outro lado da física” oferecido por licenciandos em física da UNESP de Bauru.

As dificuldades encontradas foram associadas aos significados vinculados às representações visuais, para esta atividade esses significados foram registros de símbolos de equações físicas, registro de relações matemáticas em equações físicas, indicação de equações, demonstrações de equações físicas, soma vetorial (algébrica e gráfica), indicação de eventos ou propriedades (espaço percorrido, posição do referencial adotado, direção e sentido etc.), forma estrutural de algumas unidades físicas (ex.  $m/s^2$ , etc.), características de gráficos (movimentos uniforme e uniformemente variado, força x deformação elástica, etc.), direção e sentido da força centrípeta, ângulo entre força e deslocamento, órbitas e posições de planetas e astros celestes. Concluiu – se que estes significados representam 96,1% das dificuldades do aluno com deficiência visual por nascimento e 99% das dificuldades do aluno que perdeu a visão ao longo da vida.

Outra dificuldade apontada está relacionada aos significados indissociáveis de representações visuais, como por exemplo, energia luminosa. Os significados indissociáveis correspondem a 2,9 % das dificuldades de comunicação do aluno cego por nascimento e não representa dificuldade para o aluno que perdeu a visão.

As alternativas encontradas para superar as dificuldades na comunicação no ensino de mecânica consistiu em vincular significados as representações não visuais, desfazer a

interdependência dos códigos auditivos e visuais, atribuir ao código auditivo a função demonstrativa (detalhamento dos elementos usados em sala de aula).

Em um novo estudo, nos dados obtidos no projeto “O outro lado da Física”, Camargo e Nardi (2010) identificaram os contextos comunicacionais adequados e inadequados para a inclusão dos deficientes visuais. Sendo assim, as dificuldades comunicacionais encontradas estão apoiadas na relação entre episódios não-interativos/de autoridade e linguagem audiovisual interdependentes, a significados associados a representações visuais. Essas dificuldades relacionadas ao contexto comunicacional dificultaram as interações entre professor e alunos com e sem deficiência visual. Os significados transmitidos através da linguagem audiovisual interdependente revelaram – se incomunicáveis ao aluno com deficiência visual. Outra dificuldade foi transformar significados associados a representações visuais em representações auditivas e táteis. As linguagens que se mostraram viáveis nos contextos comunicacionais estão relacionadas ao uso de linguagens fundamental auditiva, auditiva e visual independentes, a associação predominante de significados indissociáveis de representações não visuais e de significados de relacionabilidade sensorial complementar, associação mínima de significados sem relação sensorial. O uso destas linguagens possibilita o acesso a informação e a internalização por meio de registros e representações não visuais do aluno com deficiência visual, possibilitando a inclusão destes discentes nas aulas de Mecânica.

Analisando o aprendizado, em atividades extraclasse, de conceitos físicos de cinco alunas, sendo uma delas deficiente visual, do 1º ano do ensino médio de uma escola da rede pública na cidade de Goiânia, Goiás. Costa e Queiroz (2011) elaboraram materiais didáticos para serem utilizados como referencial observacional tátil. As atividades foram divididas em quatro etapas e os conteúdos abordados foram: vetores, movimento circular, conservação do momento angular e significado físico de cores.

Na atividade sobre vetores, os autores, elaboraram representações vetoriais em papel de alta densidade ( $180 \text{ g/m}^2$ ), uma grade com quadrados de  $1,0 \text{ cm}$  de lado contendo pontos de cola colorida usados como referencial de escala (Figura 26). Utilizando os mesmos materiais foram feitos desenhos com as representações das operações com vetores, possibilitando que a aluna pudesse tocá-los e interpretá-los. Após o manuseio do material, o professor promoveu um debate para avaliação da aprendizagem do conteúdo.



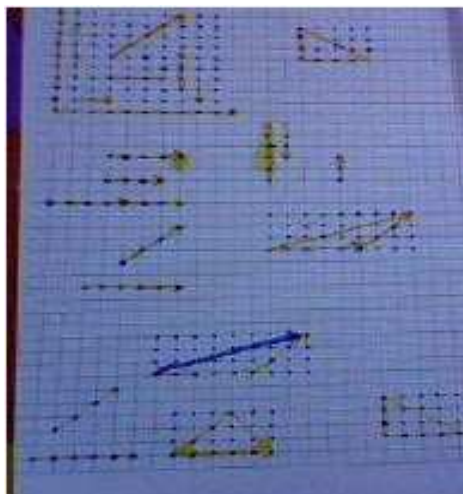


Figura 26: Representação de vetores utilizando cola colorida e papel de alta densidade.

Para trabalhar o conteúdo de movimento circular, os autores, utilizaram os mesmos materiais da atividade 1, desenhando com cola colorida as representações do círculo trigonométrico, para estudo das funções trigonométricas, e desenho do movimento circular, com vetores indicando a velocidade tangencial e as acelerações centrípeta e tangencial (Figura 27).

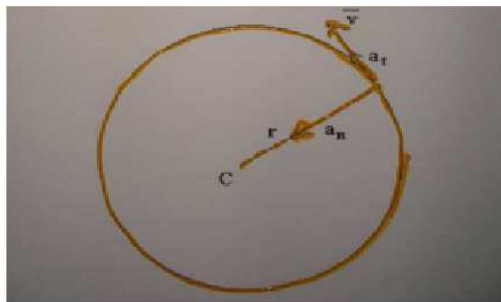
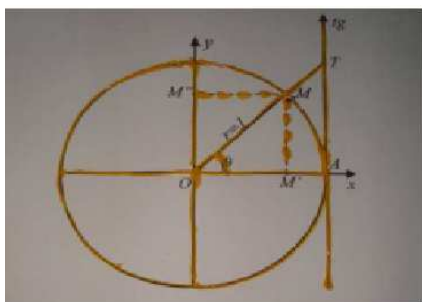


Figura 27: Representação do Círculo trigonométrico e movimento circular

Após o estudo do conteúdo as alunas foram entrevistadas com o objetivo de verificar o aprendizado. Foi observado que a aluna com deficiência visual conseguiu compreender com clareza o efeito da resultante centrípeta, contudo, as alunas videntes entraram em conflito entre o conhecimento adquirido e suas concepções. No trabalho foi transcrito todo o diálogo entre o entrevistador e alunas.

Ao trabalhar o conteúdo de conservação do momento angular, foi utilizando um experimento com banquinho giratório e halteres, que funciona da seguinte maneira, ao sentar

no banco e girar a pessoa abre e fecha seus braços segurando os halteres, assim consegue variar a velocidade angular devido à conservação do momento angular. No final da atividade as alunas foram incentivadas a relacionar o fenômeno observado no experimento com experiências obtidas em seu cotidiano.

O último conteúdo trabalhado foi o significado físico das cores. Para auxiliar a aula foram elaboradas figuras com barbante e cola colorida para representar o formato de ondas senoidais e do espectro eletromagnético (Figura 28).

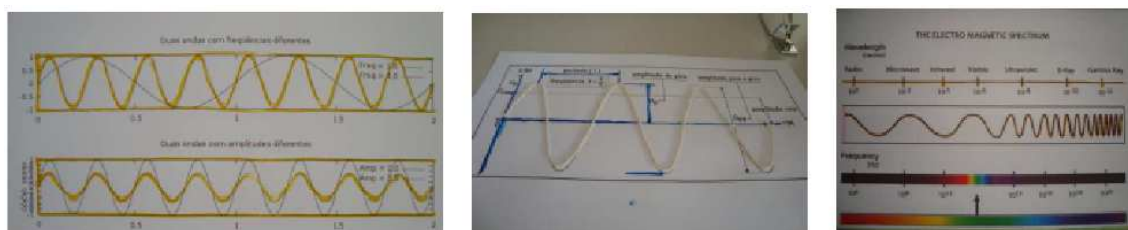


Figura 28: Representação de ondas senoidais e do espectro eletromagnético

Para abordar o comportamento das ondas mecânicas foi utilizado um violão como referencial observacional tátil e auditivo, as alunas puderam manipular o instrumento e observar os diferentes sons produzidos pelo instrumento. Em seguida foi feita uma comparação das ondas sonoras e das ondas eletromagnéticas, promovendo uma discussão com as alunas sobre o comportamento ondulatório da luz visível e não visível. Os desenhos (referencial observacional tátil) colaboraram na compreensão dos conceitos de comprimento de onda e amplitude, as alunas com e sem deficiência visual conseguiram relacionar a mudança das cores com a mudança na frequência das ondas eletromagnéticas. Ao fim da atividade, Costa e Queiroz, concluíram que a inclusão de pessoas com deficiência nas escolas regulares exige capacitação e planejamento do professor de física para trabalhar com esses alunos.

Já Santos e Veraszto (2014) propuseram situações didáticas, ainda em desenvolvimento, que possam ser utilizadas com alunos visuais ou não. Neste trabalho é discutido um experimento denominado cama dos pregos, uma superfície é perfurada até que a ponta aguda do prego fique exposta, ao manusear o artefato podemos acrescentar ou tirar pregos. Após o contato dos alunos com o artefato, o professor deve explicar que o aumento dos pregos, aumenta a área de contato, assim, para sentir o incomodo dos pregos, terá que pressionar as mãos, ou seja, aplicar uma força, e quanto menos pregos, menor a área de

contato, e o indivíduo terá que pressionar menos, ou seja aplicar uma força menor, para sentir esse desconforto.

O outro experimento utilizou duas bolsas de soro, mangueira com dosador e glicerina. O aluno deverá apertar a bolsa cheia de glicerina e observar, através do tato, que a outra bolsa irá se encher e conseqüentemente a bolsa apertada esvaziará. Como a mangueira que liga as duas bolsas possui um dosador que controla o fluxo da glicerina pela mangueira, o aluno deverá fazer força para passar a glicerina de uma bolsa para outra. Como, o trabalho está em desenvolvimento, os autores não apresentaram nenhuma sequência didática para a utilização dos experimentos propostos.

#### **4.3- A Inclusão e o ensino de Eletromagnetismo**

Foram encontrados seis trabalhos envolvendo os conceitos de eletromagnetismo para serem trabalhados com turmas inclusivas.

Camargo e Nardi (2007) fizeram um estudo que analisou o desempenho de licenciandos, alunos do curso de licenciatura em física da UNESP de Bauru, quanto a planejar, elaborar e ministrar aulas para alunos deficientes visuais, utilizando conteúdos de eletromagnetismo. A principal dificuldade encontrada foi na utilização de recursos como lousa e experimentos adaptados para o ensino de eletromagnetismo a alunos com deficiência visual. Os licenciandos, também, encontraram dificuldades em abandonar representações visuais na lousa por meio de desenhos, esquemas e modelos de imagens. Como alternativas os autores propõem o uso de um multimeio auditivo associado a uma estratégia metodológica onde os conceitos serão trabalhados de forma independentes da visão. Outra alternativa apontada foi a utilização de práticas de ensino centralizadas na oralidade, uso de leitura de textos, interação entre os alunos e discussões dos temas estudados em sala de aula.

Utilizando maquetes em EVA, Souza e Costa (2008) conseguiram trabalhar conceitos de atração e repulsão, corrente elétrica, potencial elétrico, resistência e associação de resistores com um aluno deficiente visual matriculado em uma escola da rede pública de São Paulo. O conteúdo foi dividido em três sessões: o primeiro artefato utilizado, para a simulação da atração e a repulsão entre as cargas, foi construído por placas de EVA (material emborrachado) e esferas de isopor colocadas no centro de um quadrado feito de EVA (Figura 29). A construção desse material utilizou analogias com formas geométricas, as peças iguais

não se encaixam e as peças diferentes se encaixam, assim como as cargas iguais se repelem e cargas diferentes se atraem.



Figura 29: Material utilizado para imitar a atração e a repulsão entre as cargas e para representar símbolos de circuitos reais com fio, resistência e bateria.

O segundo artefato apresentado, também foi construído com EVA, esferas metálicas e pedaços de feltro. Em um dos lados da placa de EVA foi feito uma canaleta de 1 cm de largura com formato de retângulo com os cantos arredondados, dentro da canaleta foi colocado pedaços de feltro e no outro lado foram construídas duas barreiras (saliências de alturas diferentes) feitas de EVA e pedaços de feltro. As esferas metálicas representam os elétrons livres de um condutor e a canaleta o fio condutor, o feltro representa a resistência elétrica que dificulta a passagem dos elétrons. A dupla barreira representa a diferença de potencial produzida pela bateria (uma barreira simboliza o cátodo e a outra o ânodo) e os pedaços de feltro contidos nela representam a resistência interna da bateria (Figura 30). Os esquemas feitos na lousa para os alunos videntes foram representados em um pedaço de papelão com barbantes e palitos (Figura 29).



Figura 30: Material utilizado para ensinar os conceitos de corrente elétrica, potencial elétrico e resistência.

Também foi trabalhado os conceitos resistências em série e em paralelo, o artefato utilizado foi construído com placas de EVA, pelo mesmo procedimento anterior, porém, na placa de EVA foram feitas representações de uma bateria e duas resistências em série e duas em paralelo (Figura 31). Com a utilização desse material foi possível explicar de forma clara aos alunos deficientes visuais os conceitos de intensidade de corrente, voltagem em um circuito com resistências em série e em paralelo.



Figura 31: Material com as representações de resistência em série e em paralelo

Depois que o aluno apresentou domínio nos conceitos trabalhados, os autores apresentaram um circuito exatamente igual às maquetes trabalhadas (Figura 32). Foram

colocados conectores entre as resistências para que o aluno pudesse medir a voltagem usando um alarme sonoro substituindo o multímetro, adaptação feita pensando no aluno com deficiência visual. Foram colocadas duas chaves que permitia mudar a configuração do circuito para resistência apenas em série, apenas em paralelo ou com ambas. Os artefatos apresentados motivaram os alunos, proporcionando maior envolvimento na aula e ajudaram na compreensão dos conceitos estudados.



Figura 32: Circuito com resistências em série e paralelo

Borges, Silva e Santos (2008), ao perceberem a necessidade de estudar as Leis de indução de Faraday e Lenz propuseram um experimento que busca a interação aluno-experimento, tanto para alunos videntes como para alunos com deficiência visual. Para construção do experimento foi utilizado um circuito integrado timer 555, resistores, capacitores, fonte de alimentação de 6 V, alto falante e bobinas, um protobord e fios para ligações entre terminais. A montagem dos componentes elétricos foi feita de acordo com o esquema da Figura 33.

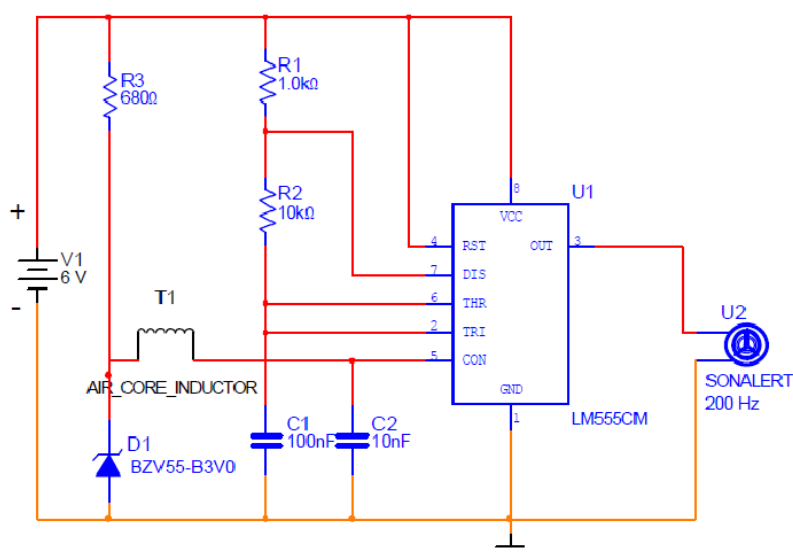


Figura 33: Esquema elétrico utilizado pelos autores para montar o experimento

Todos os detalhes de montagem do experimento encontram-se no trabalho. Para iniciar a atividade, os autores, levaram uma mola para explicar o conceito de espira, solenoide e bobina. Em seguida o aluno com deficiência visual foi instruído a manusear o experimento, fazendo que um ímã oscilasse sobre o centro da espira (Figura 34). Em quanto o aluno observava os sons emitidos pelo aparelho, devido à alteração do campo magnético, foi introduzido os conceitos das Leis de Faraday e Lenz. Posteriormente foi trocado o conjunto de ímãs causando um campo magnético mais intenso e em consequência uma alteração significativa na frequência do som emitido pelo artefato. Ao comparar os fenômenos observados o aluno pode perceber que a corrente gerada depende da intensidade do campo. O experimento foi testado por um aluno com deficiência visual do núcleo de inclusão do CEFET-RN que relatou ter compreendido os conceitos descritos nesse trabalho.

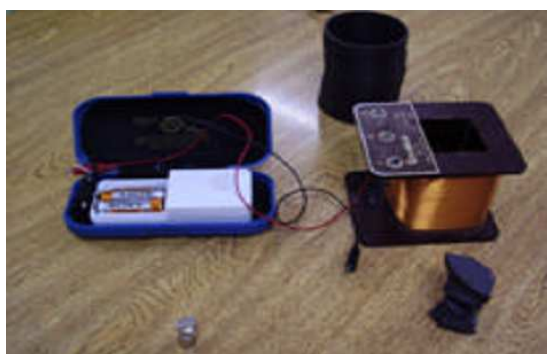


Figura 34: Experimento da Lei de Faraday-Lenz

O trabalho apresentado por Morrone, Araújo e Amaral (2009), tem por base a realização de atividades experimentais que evidenciem a analogia entre os conceitos abordados e os sentidos e sensações humanas. Através de debates discutiram aspectos físicos e psicológicos da cegueira, bem como o poder de abstração dos deficientes visuais, com o objetivo de indicar direções e caminhos que facilitem a integração de alunos deficientes visuais em salas de aulas comuns. O experimento desenvolvido foi trabalhado com 8 alunos, adultos e com deficiência visual da Associação de Deficientes Visuais e Amigos- ADEVA em São Paulo. O artefato proposto possibilitou o estudo de cargas elétricas em movimento e seus efeitos ao atravessarem os condutores elétricos, para tal representação foram utilizados três canudos finos de refrigerante, três canudos de bitola grossa e uma garrafa descartável com água. Supondo que a garrafa fosse um reservatório de energia elétrica ou fonte e o canudo plástico o meio condutor. Os alunos foram orientados a imitar o papel do gerador e sugar a água com o canudo fino, assim puderam vivenciar uma situação análoga ao do campo elétrico que movimenta os elétrons livres pelo condutor. Em um segundo momento foram conectados dois canudos e os alunos novamente sugaram a água, e puderam perceber que foi mais difícil à passagem do líquido em relação à primeira situação, o mesmo aconteceu quando aumentamos o comprimento do condutor.

Na sequência, o professor trabalhou os conceitos de deslocamento de carga elétrica pelo condutor, sentido da corrente e resistência elétrica com os alunos. Em seguida repetiu o experimento usando os canudos de maior bitola, com o objetivo de fazer os alunos perceberem que os resultados são os mesmos. Por fim, trabalhou-se oralmente o conceito da passagem das cargas elétricas efetuando uma relação com a quantidade do líquido que atravessa o condutor em relação ao tempo, permitindo assim conceituar a intensidade da corrente.

A segunda etapa buscou enfatizar a percepção da dificuldade da passagem da água quando utilizado um canudo fino com outro de bitola maior e dos dois canudos finos em relação aos dois grossos. Essa atividade permitiu que os alunos relacionassem a proporcionalidade de maior ou menor resistência de passagem da água em relação ao fluxo do líquido pelos condutores. Através de discussões, entre professor e aluno, foi mostrada a semelhança dos fatos observados com o que ocorre para a corrente elétrica. Na terceira etapa os alunos foram estimulados a pensarem o que acontece quando os canudos forem emendados. O professor finalizou a etapa com discussões sobre os conceitos de resistência em série e paralelo. Os procedimentos e abordagens dos conteúdos de eletromagnetismo



permitiram aos alunos explorar as relações entre conceitos e proposições através de analogias e percepções.

Corrêa e Santos (2011), propuseram a construção de materiais multissensoriais para a explicação de duas propriedades do magnetismo, o dipolo magnético e as linhas de campo magnético. O primeiro material foi construído por esferas ocas de isopor revestidas de viscolycra (tecido flexível) que quando unidas representavam um polo, quando separadas representavam um novo ímã (Figura 35), ou seja, ao “quebrar um ímã” forma-se um outro com as mesmas características do anterior. As esferas foram fechadas com o tecido para facilitar o encaixe de uma esfera dentro da outra (Figura 36)



Figura 35: Casca hemisféricas revestidas com viscolycra



Figura 36: Disposição das cascas hemisféricas antes de encaixar e depois de serem encaixadas

Para fixar o tecido foi utilizado cola de isopor e tachinhas e em seguida passou – se massa acrílica nas casas para aumentar a resistência do material e diferenciar as texturas (uma lisa e outra rugosa). Após a secagem cada metade da casca recebeu uma cor, vermelho para representar o polo sul e preta para representar o polo norte e pra finalizar, a parte vermelha recebeu o aroma de morango e a preta o aroma de chocolate (Figura 37).



Figura 37: Hemisférios de mesmos tamanhos, que unidos formam a representação de um ímã

Para trabalhar as linhas de campo magnético foi utilizado o segundo material, construído com uma placa fina de madeira para suporte onde foi encaixada uma haste de madeira que estava ligada a um pequeno bloco de madeira que representa um ímã. O bloco possui as mesmas cores, texturas e aromas utilizados no primeiro material para diferenciar o polo norte e sul. Nas extremidades do bloco foi fixado arames para ligar os polos, esses arames representaram as linhas do campo magnético e as buchas fixadas neles representaram a direção do campo (Figura 38).

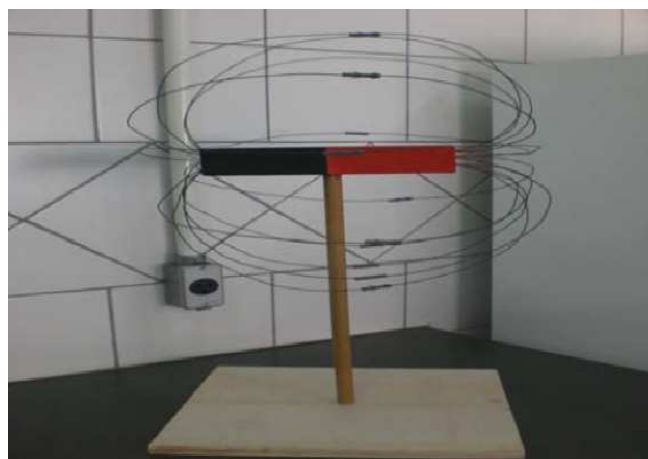


Figura 38: Representação das linhas do campo magnético

Para trabalhar com os materiais apresentados a sala deve ser organizada de maneira que todos os alunos possam ver, tocar e cheirar o experimento ou dividir a classe em grupos pequenos e revezar a manipulação dos mesmos.

Por fim, Pereira e Ocawada (2011) elaboraram maquetes que possibilitaram trabalhar circuitos em série e paralelo com alunos deficientes visuais, auditivos e videntes. Para construção do aparato foi utilizado, pinos, conectores elétricos (borns), placa de madeira, chapa de alumínio, resistores, baterias, leds, bip, cano PVC, cabos de 0,5mm, dobradiças, imãs e lixas. A placa de madeira foi dividida em duas partes, em um lado foi montado o circuito paralelo e do outro o circuito em série. A ligação dos fios foi feita de modo que quando se liga o circuito em série, os resistores fiquem em série com a lâmpada e com o bip chegando assim uma corrente menor, proporcionando uma percepção tanto visual quanto auditiva, pois a lâmpada e o bip ficarão mais fracos. Quando o circuito for ligado em paralelo ficarão em paralelo a lâmpada e o bip, e conseqüentemente o bip e a luz ficarão mais fortes, pois chegará uma corrente maior.

Os resistores foram feitos de canos de PVC, pois os comuns são muito pequenos e didaticamente inviáveis, e com lixas de texturas diferentes foi feito a regra de cores análogo com os resistores comuns, assim os alunos podem diferenciá-los tatilmente. Foi fixado a textura mais áspera para o maior valor de resistência. Como esses resistores serão fixados no circuito, dentro do cano foi colocado resistores comuns (Figura 39).

A chapa de alumínio será fixada na placa de madeira e será utilizada como lousa, para que os alunos com deficiência visual efetuem as contas com os números e símbolos feitos com imãs e em braile (Figura 41).

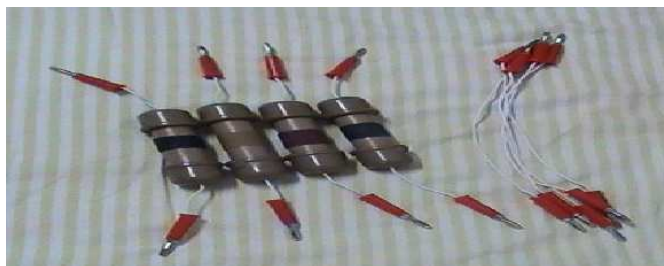


Figura 39: Resistores adaptados



Figura 40: Placa de alumínio com os símbolos matemáticos em braile.



Figura 41: Circuito pronto.

Após o contato com experimento os autores propõe que o professor promova discussões com objetivo de propiciar trocas de informações entre alunos videntes e com deficiência visual.

#### **4.4 – Inclusão e o ensino de Termologia**

Foram encontrados apenas quatro artigos referentes à temática de termologia, voltados para alunos com deficiências visuais.

Camargo e Nardi (2006) fizeram um estudo que analisou o desempenho de futuros professores quanto a planejar, elaborar e ministrar aulas para alunos deficientes visuais, utilizando conteúdos de termologia. As atividades realizadas fizeram parte do projeto “O outro lado da Física” e conta com a participação de 35 alunos videntes do Colégio Técnico Industrial (CTI) e dois alunos deficientes visuais, um aluno perdeu a visão aos 24 anos e o outro nasceu com a deficiência, de uma Escola da Rede Estadual de Bauru.

As dificuldades encontradas estão relacionadas às transformações de escalas termométricas, dilatação térmica dos líquidos e sólidos, relações matemáticas entre trabalho, calor e energia interna, luz solar e fumaça, relação entre radiação e luz, relação entre aquecimento e emissão de luz e cor das chamas. No estudo de caso apresentado no artigo, os licenciandos encontraram dificuldade com relação à participação efetiva dos alunos com deficiência visual nas atividades experimentais demonstrativas, pois o experimento utilizado não permitia a interação dos alunos já que o mesmo era apenas expositivo. A falta de participação dos alunos deficientes visuais, também, foi encontrada nas atividades que envolvia resolução de cálculos.

Os licenciandos observaram que havia ambientes segregativos de ensino criados dentro da sala de aula. Esses ambientes contaram com a participação apenas do aluno com

deficiência visual e de um licenciando colaborador, e aconteceram principalmente durante atividades não interativas, onde os temas trabalhados com o aluno com deficiência visual eram diferentes dos trabalhados durante a aula com alunos videntes. Em tais ambientes, os diálogos ocorreram em voz baixa, o que explicita sua característica de “incômodo” à aula principal.

Como alternativa para solucionar as dificuldades encontradas, os licenciandos sugerem o uso de artefatos participativos com o uso de linguagens de estruturas tátil-auditiva independentes, proporcionando um ambiente onde os alunos com e sem deficiência visual se alternem na função de interlocutor, o que possibilita que os mesmos expressem suas opiniões e hipóteses levantadas sobre os fenômenos observados nas atividades realizadas em sala de aula.

Em 2009, Camargo e Nardi apresentaram um estudo realizado através do projeto “O outro lado da física” no qual se busca entender quais as principais barreiras para a inclusão de alunos deficientes visuais nas aulas de termologia. A primeira barreira encontrada está associada ao uso da linguagem audiovisual interdependente/significado vinculado às representações visuais, representando 80,8% das dificuldades de comunicação enfrentadas pelo aluno deficiente visual por nascimento e 86,7% das dificuldades do aluno que perdeu a visão estão associadas ao uso de termos como: “*São Paulo não é ali?*”, “*Quem concorda que São Paulo é aqui ó?*”. Já a Linguagem fundamental auditiva/significado vinculado às representações visuais corresponde a 6,8% das dificuldades de comunicação do aluno cego por nascimento e 7,3% das dificuldades do aluno que perdeu a visão. Podemos citar como exemplo, a frase retirada do texto: “*temos aqui pressão inversamente proporcional à altura e diretamente à massa molar*”.

A linguagem tátil-auditiva interdependente/significado indissociável de representações visuais é responsável por 1,3% das dificuldades de comunicação do aluno cego por nascimento. Como no trecho a seguir: “*Na cntp a constante  $r$  vale zero zero oitenta e dois atm vezes litro sobre mol vezes Kelvin.*” Também representando 1,3% das dificuldades de comunicação do aluno cego por nascimento, aparece a linguagem auditiva e visual independentes/significado indissociável de representações visuais e se caracteriza por associar simultaneamente por meio dos códigos auditivo e visual, significados com a característica semântico-sensorial mencionada. A exemplo do trecho: “*a chama é azul, é que você não está enxergando...*”, informações referente a cor são inacessíveis ao aluno pois o mesmo não tem percepção visual das cores. Representando 1,3% das dificuldades comunicacionais do aluno

cego por nascimento e 1,4% das dificuldades do aluno que perdeu a visão, que se caracteriza por usar significados que podem ser compreendidos por diferentes representações sensoriais mentais sem que o entendimento dos mesmos fique comprometido. E por fim, apontou – se a linguagem audiovisual interdependente/significado indissociável de representações visuais sendo responsável por 1,3% das dificuldades comunicacionais do aluno cego e 1,4% das do aluno que perdeu a visão. O trecho a seguir exemplifica este perfil linguístico: *“Vocês vão aquecer o prego até começar a ficar assim ó (indica com as mãos o objeto ou representação que os alunos devem observar)”*.

Pensando nas dificuldades e limitações que os professores encontram em sua realidade, sejam elas criativas ou estruturais, Ribeiro e Oliveira (2011), propuseram um trabalho experimental para abordar o conceito de absorção de calor. O experimento é composto por placas de MDF, lâmpada e anteparos de montagens variáveis usado para demonstrar a interferência das cores nas temperaturas de um objeto, além de apresentar como a distância entre um planeta e o sol pode interferir em sua temperatura. A montagem feita na Figura 42, auxilia a análise da relação entre a cor e a absorção da luz e é composta por todos os anteparos com suas cores distintas. Na Figura 43, a montagem dos anteparos mais próxima da fonte de luz serve para obter pontos elípticos possibilitando visualizar efeitos da 1ª Lei de Kepler (das órbitas elípticas) de como a excentricidade pode interferir na temperatura de um planeta.



Figura 42: Representação da relação entre a cor e a absorção da luz





Figura 43: Artefato usado para trabalhar a 1ª Lei de Kepler (das órbitas elípticas)

E por fim, Camargo (2011) discutiu as dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno cego de nascimento em aulas de termologia. Por meio de análise de conteúdo, foi possível detectar quatro classes funcionais implicadoras de dificuldades e viabilidades. Neste estudo, destaca a necessidade da criação de ambientes comunicacionais adequados, a inclusão de elementos de interatividade, bem como, a importância da destituição de ambientes segregativos no interior da sala de aula.

#### **4.5 – A Inclusão e o ensino de Física Moderna**

Foi encontrado apenas um trabalho que aborda a temática Física Moderna, proposto por Camargo, Nardi e Correia (2010), através de um estudo que mostra as principais barreiras e dificuldades de comunicação entre licenciandos de Física e alunos deficientes visuais ao abordarem conteúdos de física moderna em sala de aula. Esse estudo foi baseado em quatro atividades realizadas no Colégio Técnico Industrial da cidade de Bauru, estado de São Paulo (CTI) e fazem parte do projeto “O Outro Lado da Física”.

As principais dificuldades do grupo de física moderna estiveram associadas à veiculação de significados relacionados às representações visuais, como gráficos, registros em função de lógica visual e passagens matemáticas. De forma majoritária, os gráficos foram

registrados de forma visual ou projetados pelo data show, impossibilitando a compreensão e participação do aluno com deficiência visual na aula. Para solucionar esse problema, os licenciandos sugeriram a construção de gráficos com referenciais táteis, conforme a Figura 44.

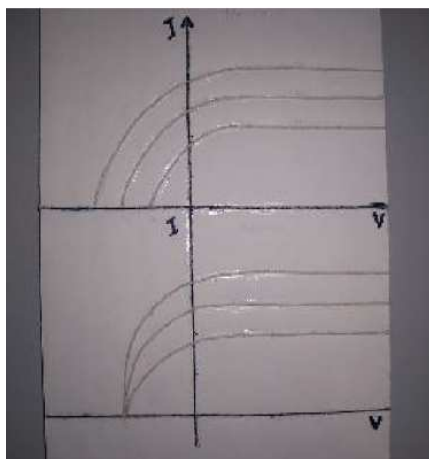


Figura 44: Gráfico do efeito fotoelétrico usado como registro tátil-visual

Outra dificuldade encontrada foi o uso de valores expressos em base dez (notação científica) como a carga e a massa do elétron. Uma lógica característica das notações científicas é a seguinte: “um certo valor vezes dez elevado a uma certa potência”. É importante destacar que o registro gráfico de uma potência possui a seguinte estrutura visual: dois números, um pequeno e um grande, localizados respectivamente na parte inferior e superior da estrutura. Para os deficientes visuais essa representação visual utilizada é incompreensível, pois ele não consegue assimilar o código auditivo da informação da potência com sua representação interna. Em Braile, essas notações ocorrem horizontalmente, e, portanto, a palavra “elevado”, não faz sentido para alunos com deficiência visual. Os autores sugerem que o professor converse com o aluno com deficiência visual para que os códigos usados sejam esclarecidos e o aluno consiga transcrevê-lo em Braile.



#### **4.6- A Inclusão e a Física**

Cinco dos artigos revisados na pesquisa abordaram dificuldades encontradas ao ensinar Física em turmas de inclusão que tenham alunos deficientes visuais. Os artigos apresentaram experiências de contato entre professores e alunos que relatam suas dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de conceitos físicos.

Tavares e Camargo (2010) apresentam as dificuldades e limitações quanto a inclusão de deficientes visuais em Instituições de Ensino. A primeira dificuldade levantada foi o preconceito das pessoas que alegavam que alunos com necessidades especiais não deveriam estar matriculados em escolas regulares de ensino, pois os mesmos comprometem o rendimento escolar da sala. Além de quebrar as barreiras discriminatórias, os autores concluem sobre a necessidade da capacitação dos profissionais da educação, com a reestruturação dos Cursos de Formação Inicial e Continuada, para que os mesmos estejam preparados para a nova realidade a ser enfrentada, e assim a exclusão passe a ser a inclusão garantida por lei. Essas mudanças nos cursos devem proporcionar ao profissional habilidade para identificação e reconhecimento da pluralidade estudantil, quanto a elaboração de didáticas que respeitem as diferenças, as necessidades e o tempo de aprendizagem de cada aluno.

Após a proposta de educação inclusiva do governo estadual de São Paulo baseada na adequação curricular, Lippe, Alves e Camargo (2012) apresentaram um estudo com objetivo de analisar a opinião de um aluno com deficiência visual que está incluído no ensino regular e as dificuldades encontradas para a inclusão. A pesquisa foi realizada em uma Escola Estadual do Município de Bauru com alunos do nono ano. A primeira análise foi sobre a interação entre os alunos deficientes visuais e os alunos videntes dentro da sala de aula. Ao serem entrevistados, os alunos com deficiência visual relataram que sempre estudaram em escolas regulares e que possuíam um bom relacionamento com a turma, os alunos videntes eram compreensivos e os ajudavam. Porém, eles se sentiam perdidos na sala por não saberem o que está acontecendo, pois não conseguiam entender os conteúdos ministrados mesmo com a ajuda dos colegas. Outro ponto analisado foi a interação dos alunos deficientes visuais com os professores. Os alunos relataram que sentem – se desconfortáveis quando percebem que são deixados de lado ou quando o professor pede que eles façam as atividades na sala de recurso, pois sentem se improdutivos, não conseguem participar da aula, nem compreender o conteúdo ministrado.

Quanto à interação da professora da sala de recursos e da professora de ciências, os alunos relataram que não havia muito diálogo entre elas, em quanto a professora de ciências não se preocupava com eles a professora da sala de recursos se preocupava mais com as famílias do que propriamente com a aprendizagem. Com relação à máquina Braille os professores não permitiam que os alunos a usem na sala de aula por causa do barulho. Já o computador poderia ser utilizado porque não faziam barulho, contudo pela falta de comunicação entre as professoras de ciências e da sala de recursos não era possível adaptar e montar materiais de auxílio, referente ao conteúdo de ciências, aos alunos para serem desenvolvidos em sala de aula.

A formação dos professores também foi foco de discussão do trabalho, pois a maioria dos professores da escola não tiveram acesso a assuntos relacionados à Educação Especial em seus cursos de formação inicial, tornando as discussões superficiais. Por outro lado, esses professores também não mostraram interesse na formação continuada na área de deficiência visual, oferecida a distância pelo Ministério da Educação. Diante dos relatos dos alunos e das dificuldades observadas, os autores concluíram que a capacitação dos profissionais e a efetiva comunicação entre os professores e especialistas da sala de recurso é o caminho para inclusão.

Lima e Castro (2012), observando as inquietações e questionamentos envolvendo alunos deficientes visuais em salas de aulas regulares, promoveram um debate entre licenciandos que cursavam a disciplina “Ensino de física e inclusão social” com o objetivo de perceber as evoluções apontadas pelos futuros professores frente ao tema inclusão de alunos com Deficiência Visual. Para iniciar as discussões os alunos foram questionados por que se inscreveram na disciplina, considerando que a mesma era optativa. As respostas foram diversificadas, alguns responderam que queria conhecer mais sobre o tema e outros queriam se capacitar para elaborar materiais que os auxiliassem em aulas com alunos especiais. Ao final da disciplina os alunos se mostraram participativos e interessados, então, agrupados aos pares, apresentaram uma atividade voltada para alunos com deficiência visual, o que mostrou a evolução dos mesmos.

Uma das duplas, denominadas M, elaboraram uma atividade sobre o “olho humano” com elementos importantes para o entendimento de refração e reflexão, utilizando texturas diferentes para cada ponto de relevância para a percepção destes fenômenos. O planejamento e os procedimentos utilizados não foram apresentados no artigo (Figura 45).



Figura 45: Foto do olho humano, feito pelo dupla M.

A segunda dupla, denominada V, elaborou atividades sobre ondas mecânicas, a partir de um poema “A onda” de Manuel Bandeira e em seguida propôs um debate sobre o poema e os termos que são usados no ensino de física. A dupla também elaborou um experimento construído com palitos e uma régua com a mesma escala a fim de que o comprimento de onda fosse medido (Figura 46).



Figura 46: Experimento construído pela dupla V.

A terceira dupla, denominada J, trabalhou o conceito de transmissão de calor, utilizando um suporte de alumínio com pregos presos por parafina sólida. Na parte livre do suporte a aluna acendeu uma vela e depois de algum tempo, podia ouvir a queda de cada um dos pregos de acordo com sua posição em relação à extremidade aquecida (Figura 47).

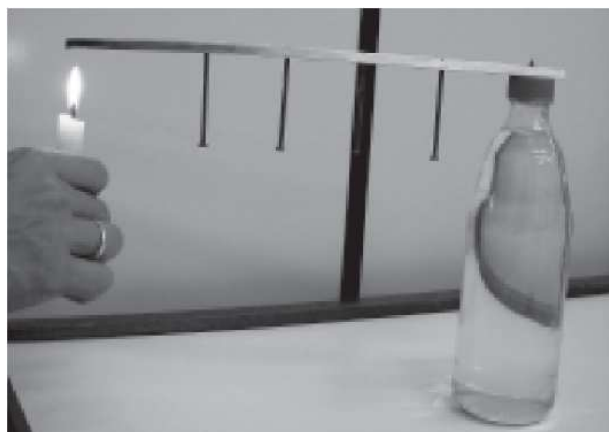


Figura 47: Experimento elaborado pela dupla J.

Azevedo e Santos (2014) relataram a dificuldade e a falta de preparo dos professores ao ensinar física para alunos com deficiência visual. Apontaram a necessidade de elaboração de materiais e métodos que auxiliem na aprendizagem dos conceitos, utilizando – se do tato como principal recurso. A partir dos ciclos de aprendizagem de acordo com a teoria de desenvolvimento intelectual de Piaget e do ciclo de aprendizagem de Karplus, exploração, introdução do conceito e aplicação do conceito, sugeriram a construção de modelos sobre a luz utilizando os ciclos de aprendizagem.

Na fase de exploração, trabalharam com a temática: O que é a luz? Depois de uma breve exposição do assunto, os alunos foram estimulados a associar o que foi trabalhado com suas experiências. Como os alunos com deficiência visual precisa de uma descrição detalhada, o professor deve evitar expressões como: isto, aquilo, ali, a fim. Nesta fase de exploração os alunos, vidente e com deficiência visual, receberam manuais ou instruções e foram incentivados a buscarem soluções das atividades propostas pelo professor. Nessa atividade os alunos foram expostos a luz solar e após sentirem a interação dos raios solares com a sua pele, foram levantadas algumas questões: o que você sente? Em seguida o aluno é levado para sombra e questionado: o que você sente? Percebe alguma diferença? O professor, também, utilizou um laser para trabalhar a propagação retilínea da luz. Sobre uma bancada foi colocado um isopor, o aluno foi capaz de identificar o ponto no qual a luz do laser sensibiliza a sua pele, assim, com a ajuda de alfinete ele pode marcar estes pontos. Após repetir esse processo algumas vezes o aluno verificou que os alfinetes foram alinhados na mesma linha reta.

Na fase de desenvolvimento do conceito, a experiência concreta vivenciada na etapa anterior foi usada como base para a introdução de um conceito. Os alunos participaram na

construção das relações e dos modelos estudados, o papel do professor nesta etapa foi apenas de mediador. Na atividade sobre a luz, o professor introduziu a luz como o agente intermediário na interação a distância entre uma fonte, sol e laser, e o receptor, a pele do estudante. Após discussões sobre o tema ficou definido que luz é uma forma de energia radiante que impressiona a sua pele pelo tato.

Na fase de aplicação do conhecimento, o aluno pode aplicar diretamente o conceito ou habilidade aprendida durante a atividade de criação do conceito. Essa atividade permitiu aos alunos estenderem o conceito desenvolvido de forma a aplicá-lo diretamente em uma nova situação. Nesta etapa os autores não citaram nenhum exemplo a respeito da aplicação do conceito da luz, que foi discutido nas etapas anteriores.

Viveiros e Camargo (2014) apresentaram uma pesquisa que usa uma interface cérebro-computador (ICC) (Figura 48) que registra ritmos cerebrais ao se realizar diferentes atividades. Foram aplicadas oito aulas de física a 3 alunos com deficiência visual. As aulas foram trabalhadas com um enfoque multissensorial (estimulação verbal, sonora, tátil), utilizando um kit de robótica LEGO Mindstorms NXT 2.0 (Figura 49).



Figura 48: Interface cérebro-computador (ICC)

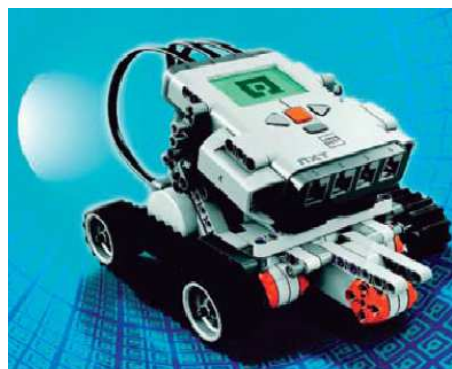


Figura 49: Kit de robótica LEGO

Na primeira atividade proposta os alunos tinham que acionar os comandos do robô LEGO, para isso foi feito um treinamento cognitivo, com o pensamento. Para o deficiente visual este uso assistivo foi interessante porque sem a interface ICC ele não conseguiria efetuar a programação necessária para acionar o robô. No treinamento cognitivo foi pedido para o aluno imaginar determinado movimento para um lado específico, direito, esquerdo, para cima ou para baixo, o robô se movimentava para o lado imaginado. Após o treinamento, o aluno foi capaz de utilizar a ICC para acionamento dos motores de protótipos, os autores

aplicaram uma atividade para trabalhar os conceitos de força, torque, potência e velocidade. Os procedimentos e o plano de aula não foram disponibilizados no trabalho.

Os resultados desta pesquisa demonstraram que ao aplicar estratégias multissensoriais 70% dos alunos conseguiram relacionar os conceitos trabalhados com seus conhecimentos prévios, o que quer dizer uma predisposição de aprendizagem, atenção e memória, e a consequente elaboração de esquemas e conceitos.

## **5- Considerações Finais**

Neste trabalho foi possível fazer uma síntese das crescentes pesquisas na área de ensino de física para deficientes visuais, tais pesquisas apresentaram o processo de desenvolvimento de diversas estratégias metodológicas, dificuldades e alternativas que facilitam o aprendizado de alguns conceitos físicos. Os artigos analisados podem auxiliar na elaboração e planejamento das aulas dos professores de física e apresentar aos novos pesquisadores da área o atual contexto da pesquisa em ensino de física para deficientes visuais, para que os mesmos possam se concentrar nas lacunas ainda existentes.

Identificamos 29 trabalhos nos quais sete estão relacionados ao conteúdo de óptica e abordam os conceitos de refração, reflexão, dispersão da luz, espelhos, meios transparentes, translúcidos e opacos, dentre estes artigos estão presentes 17 experimentos e artefatos que auxiliam a compreensão dos conceitos citados. Em Mecânica encontramos sete artigos que abordam os conceitos de repouso, movimento, posição, gravidade, velocidade, aceleração e atrito, apresentando 6 experimentos de baixo custo que podem auxiliar as aulas de física.

Seis trabalhos abordam conteúdos de Eletromagnetismo com enfoque nos conceitos de atração e repulsão de cargas, corrente elétrica, potencial elétrico, associação de resistores, Leis de indução, dipolo magnético e linhas de campo magnético. Desses trabalhos 4 apresentam experimentos ou artefatos que ajudam na compreensão e aprendizagem dos alunos com deficiência visual. No conteúdo de Termologia foram encontrados três trabalhos que abordam os temas de absorção da luz e as Leis de Kepler e um experimento relacionado ao tema. Também, encontramos um trabalho com enfoque no conteúdo de física moderna e cinco trabalhos que discutem as dificuldades enfrentadas pelos alunos com deficiência visual e as dificuldades dos professores neste processo de inclusão.

Após a análise dos trabalhos foi possível observar que as maiores dificuldades deste processo é a construção dos conceitos físicos desassociados da visão, a falta de conhecimento das habilidades e potencialidades dos alunos deficientes visuais, limitações entre interações professor-aluno, falta de material, dificuldade de trabalhar conteúdos que estão relacionados a equações matemáticas, valores expressos em potência de dez e a falta de capacitação do professor em elaborar materiais multissensoriais que auxiliem a prática docente. Como alternativa às dificuldades apontadas, os autores sugeriram o uso de maquetes e experimentos multissensoriais, dissociação da visão como ponto fundamental da aprendizagem dos conceitos físicos, uso de recursos auditivos e atividades interativas que permitem a troca de experiências entre alunos com e sem deficiência visual.

Concluimos que ainda há muito a ser fazer, e o primeiro passo a ser dado é melhorar a formação inicial dos licenciandos, com currículos que discutam metodologias e estratégias alternativas para trabalhar com estudantes com deficiências visuais. Além de políticas públicas que estimulem cursos de formação continuada para professores que estão atuando. Os resultados desta pesquisa nos mostram que práticas diferenciadas propiciam a participação destes alunos no processo de ensino aprendizagem, contudo nos mostram também a importância de discussões e pesquisas que preencham as lacunas ainda presentes. No contexto da física todas as temáticas apresentadas ainda estão carentes de pesquisa, observamos que apesar do aumento considerável de publicações, apenas um pesquisador tem produzido significativamente.

## Referências Bibliográficas

ALKIMIM, E. Declaração de Salamanca e linha de ação: sobre necessidades educativas especiais. 2. ed.

AZEVEDO, A.C.; SANTOS, A.C.F. Ciclos de aprendizagem no ensino de física para deficientes visuais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 4, 4402, 2014.

BRASIL. Lei 9394 de 24 de dezembro de 1996. Lei Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9394-96 Eca.

BRASIL. Decreto nº 3.298, de 20 de Dezembro de 1999. Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D3298.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3298.htm)>. Acesso em: 04 maio 2015.

BRASIL. Senado Federal. Resolução nº 2, de 2001. Instituiu as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica - Bird. Diário Oficial, Brasília, DF, 15 ago. 2001. Seção 1E, p. 39-40.

Brasil. Decreto nº 6.571, de 17 de Setembro de 2008. Regulamenta o parágrafo único do art.60 da Lei nº 9.394 referente ao atendimento educacional especializado. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato20072010/2008/Decreto/D6571impressao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2008/Decreto/D6571impressao.htm)> Acesso em: 04 maio 2015.

CAMARGO, E. P.; SCALVI, L. V. A. A compreensão do repouso e do movimento a partir de referenciais observacionais não visuais: análises qualitativas de concepções alternativas de indivíduos portadores de deficiência visual total. **Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, p. 117-131, 2001.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Ensino de conceitos físicos de terminologia para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 12, p. 149-168, 2006.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D. O ensino de física no contexto da deficiência visual: análise de uma atividade estruturada sobre um evento sonoro - posição de encontro de dois móveis. **Ciência e Educação (UNESP. Impresso)**, v. 12, p. 155-169, 2006.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D.; BARROS FILHO, J. Ensino de Física e deficiência visual: atividades que abordam o conceito de aceleração da gravidade. **Investigações em Ensino de Ciências (Online)**, v. 11, p. 4, 2006.

CAMARGO, E. P. É possível ensinar física para alunos cegos ou com baixa visão? Proposta de atividades de ensino de física que enfocam o conceito de aceleração. **A Física na Escola (Online)**, v. 8, p. 30-34, 2007.

CAMARGO, E. P. Inclusão escolar, alunos com deficiência visual e ensino de Física: Proposta para o desenvolvimento de um curso sobre os conceitos de atrito, gravidade e aceleração. **Revista Humanidades. Letras (FEOB)**, v. 9, p. 85-106, 2007.



CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades de ensino de óptica para alunos com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física (Online)**, v. 29, p. 117-126, 2007.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos em Física para o planejamento de atividades de ensino de eletromagnetismo para alunos com e sem deficiência visual. **Investigações em Ensino de Ciências (Online)**, v. 12, p. 2, 2007.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. O emprego de linguagens acessíveis para alunos com deficiência visual em aulas de eletromagnetismo. **Acta Scientiae (ULBRA)**, v. 10, p. 97-118, 2008a.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. O emprego de linguagens acessíveis para alunos com deficiência visual em aulas de óptica. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 14, p. 405-426, 2008b.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Panorama Geral das Dificuldades e Viabilidades Para a Inclusão do Aluno com Deficiência Visual em Aulas de Óptica. **Alexandria (UFSC)**, v. 1, p. 81-106, 2008c.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Panorama geral das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de eletromagnetismo. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (En línea)**, v. 3, p. 35-58, 2008d.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R.; MACIEL FILHO, R. P.; ALMEIDA, D. R. V. Como ensinar óptica para alunos cegos e com baixa visão? **A Física na Escola (Online)**, v. 9, p. 20-25, 2008e.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R.; VERASZTO, E. V. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física (Online)**, v. 30, p. 1-13, 2008f.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R.; VERASZTO, E. V. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de eletromagnetismo. **Revista Iberoamericana de Educación (Online)**, v. 47, p. 1-18, 2008g.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. A condução de atividades de Mecânica para alunos com e sem deficiência visual: dificuldades e viabilidades. **Acta Scientiae (ULBRA)**, v. 11-2, p. 101-118, 2009a.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R.; MIRANDA, N. A.; VERASZTO, E. V. Contextos comunicacionais adequados e inadequados à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de óptica. **REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, p. 98-122, 2009b.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D. O Ensino de Física na perspectiva de alunos com deficiência visual: atividades que abordam a relação entre os conceitos de atrito e aceleração. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 2-3, p. 38-59, 2009c.

CAMARGO, E. P. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de mecânica. **Ciência e Educação (UNESP)**, v. 16, p. 259-275, 2010a.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Contextos comunicacionais adequados e inadequados à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de mecânica. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Impresso)**, v. 12, p. 27-48, 2010b.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R.; CORREIA, J. N. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de Física Moderna. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, p. 1-18, 2010c.

CAMARGO, E. P. Análise das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de termologia. **Interciência e Sociedade**, v. 1, p. 9-17, 2011.

CAMARGO, E. P.; AGOSTINI, M. M.; SILVA, R. P.; ALCANTARA, D.; SANTOS, G. F. S.; VIVEIROS, E. R. Artefatos Tátil-visuais e Procedimentos Metodológicos de Ensino de Física para Alunos com e sem Deficiência Visual: Abordando os Fenômenos Presentes na Fibra Óptica e em Espelhos Esféricos. **Benjamin Constant (Online)**, v. Abril, p. 1, 2012.

CHAVES, S. Inclusão para todos. **Revista escola pública**. Disponível em: <<http://revistaescolapublica.uol.com.br/textos/37/artigo308482-1.asp>>. Acesso em: 04 maio 2015.

ESTADOS UNIDOS. Assembléia Geral das Nações Unidas. Resolução nº 45, de 1991. Propõe a construção de uma sociedade para todos em 20 anos. Nova York, NY, 14 dez. 1991. Seção 68a.

ALKIMIM, E. Declaração de Salamanca e linha de ação: sobre necessidades educativas especiais. 2. ed.

LIMA, M.C. B.; CASTRO, G. F. C. Formação Inicial de Professores de Física: A questão da inclusão de alunos com Deficiências Visuais no Ensino Regular. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 81-98, 2012.

LIPPE, E. M.O.; ALVES, F. S.; CAMARGO, E. P. Análise do processo inclusivo em uma escola estadual no município de bauru: a voz de um aluno com deficiência visual. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online)**, v. 14, p. 81, 2012.

MEC. Programa de Educação Inclusiva: Direito à Diversidade Brasília, 2005. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/orientador1.pdf>> Acesso em: 06 maio 2015.

MEC. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Brasília, 2007. Disponível em: <[http://peei.mec.gov.br/arquivos/politica\\_nacional\\_educacao\\_especial.pdf](http://peei.mec.gov.br/arquivos/politica_nacional_educacao_especial.pdf)> Acesso em: 04 maio 2015.

Ministério da Educação, Documento Subsidiário à Política de inclusão, Brasília – 2005. Disponível em: <

<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/docsubsidiariopoliticaeinclusao.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2015.

Pereira, M.M. Inclusão Escolar: Um desafio entre o ideal e o real. **Pedago Brasil**. Disponível em: < <http://www.pedagogobrasil.com.br/educacaoespecial/inclusaoescolar.htm>> Acesso em 04 maio 2015.

Souza, A.J; Passos, C.M.B; Lisboa, G.S; Carneiro, T.C.B; A Inclusão de crianças portadoras de necessidades especiais e os desafios do docente em lidar com isso. **Revista de Iniciação Científica Cairu**. Disponível em: < [http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/INCLUSAO\\_CRIANCAS\\_PORT\\_NEC\\_ESPECIAIS.pdf](http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/INCLUSAO_CRIANCAS_PORT_NEC_ESPECIAIS.pdf)> Acesso em: 04 maio 2015.

TAVARES, L. H. W.; CAMARGO, E. P. Inclusão Escolar, Necessidades Educacionais Especiais e Ensino de Ciências: Alguns Apontamentos. **Ciência em Tela**, v. 3 (2), p. 1-8, 2010.

VIVEIROS, E. R.; CAMARGO, E. P. Teoria dos Campos Conceituais e Neurociência Cognitiva: utilizando uma interface cérebro-computador no Ensino de Física para deficientes visuais e físicos. **Interciência e Sociedade**, v. 3, p. 99-107, 2014.