

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós Graduação em Educação Especial



**DESENVOLVIMENTO DE KIT DIDÁTICO PARA REPRODUÇÃO TÁTIL DE
IMAGENS VISUAIS DE LIVROS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

Josiane Pereira Torres

São Carlos
2013

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós Graduação em Educação Especial

**DESENVOLVIMENTO DE KIT DIDÁTICO PARA REPRODUÇÃO TÁTIL DE
IMAGENS VISUAIS DE LIVROS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

Josiane Pereira Torres

Dissertação apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Educação Especial do Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos pré-requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação Especial.

Orientação: Profa. Dra. Enicéia Gonçalves Mendes.

Financiamento CAPES

São Carlos
2013

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

T693dk

Torres, Josiane Pereira.

Desenvolvimento de kit didático para reprodução tátil de imagens visuais de livros de física do ensino médio / Josiane Pereira Torres. -- São Carlos : UFSCar, 2013.
114 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2013.

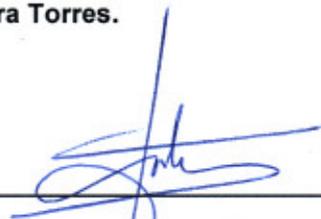
1. Educação Especial. 2. Cegueira. 3. Física (ensino médio). 4. Recursos didáticos. 5. Inclusão escolar. I. Título.

CDD: 371.9 (20ª)



Banca Examinadora de Dissertação de Mestrado de **Josiane Pereira Torres**.

Profa. Dra. Enicéia Gonçalves Mendes
(UFSCar)

Ass. 

Profa. Dra. Katia Regina Moreno Caiado (UFSCar)

Ass. 

Prof. Dr. Éder Pires de Camargo
(UNESP/Ilha Solteira)

Ass. 

Aparência

Você não vê a Terra em movimento, a vibração, o som.
Não lhe aparece o que resfria, movimenta e aquece.
Não vê sequer seu próprio pensamento.

Nem o átomo enxerga, nem o vento,
nem todo o corpo seu, nem como cresce,
nem a causa de tudo o que acontece
E se algo enxerga a mais é com instrumento.

Sinta o amor com pureza e retidão,
Procure entender bem quem fica mudo
E valorize menos a visão.

Diante destas verdades que eu alego,
entenderá que o sentimento é tudo
e que afinal você é quase cego.

Benedita de Melo

Dedicatória

DEDICATÓRIA

*Ao Gustavo Targino Valente.
Obrigada pelo apoio, incentivo e companheirismo.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Gustavo pelo grande apoio, carinho e companheirismo em todos os momentos. Você que é o responsável por eu estar aqui hoje. Te amo muito!

Agradeço aos meus pais, Joana e José, que sempre me apoiaram em meus estudos e decisões.

À minha orientadora Enicéia Gonçalves Mendes pelos ensinamentos que contribuíram com meu crescimento profissional. Admiro muito seu profissionalismo e dedicação à pesquisa.

À diretoria de ensino de São Carlos. Aos professores e aluno participantes da pesquisa. À professora da sala de recursos e a escola que recebeu essa pesquisa.

Ao programa de Pós Graduação em Educação Especial (PPGEEs). Aos professores que tive contato.

Aos professores participantes da minha banca de qualificação e defesa: Eder Camargo e Maria Stella. À professora Kátia Caiado, pela participação na defesa. Obrigada pelas contribuições e valiosas sugestões.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

As meninas do grupo de pesquisa: Aline, Gerusa, Sabrina, Cicera, Carla, Gabriela Tannús, Nadja, Lucélia, Lydia, Josiane, Mara, pela troca de experiências e auxílio com minha pesquisa. Obrigada Nadja pelas caronas durante minha coleta e Lydia pelas conversas sobre minha pesquisa. Em especial, agradeço a Cicera grande amizade construída ao longo desse mestrado e apoio em vários momentos.

Agradecimentos

À dona Luzia, seu Joaquim, Guilherme e Tatiana.

Á todos os amigos que fiz nesse tempo em São Carlos. Amigos que contribuíram para que meus dias fossem mais felizes e que a saudade da família fosse atenuada: Fernando, Carla, Boto (vulgo Filipe), William, Chris, D'aloia, Rafa, Idelma, Nirton, Raphael.

Muito obrigada a todos!!!

RESUMO

A política de inclusão escolar garante a matrícula no ensino regular aos estudantes com necessidades educacionais especiais, porém, além de preencher os bancos das escolas, é preciso oferecer meios para a permanência com qualidade no ensino regular desses estudantes. No caso dos estudantes com cegueira recorre-se ao uso de recursos didáticos que potencializem seus sentidos remanescentes, como o tato e a audição, para possibilitar o acesso ao currículo. Entretanto, o conteúdo de Física do ensino médio a esses alunos pode ser um desafio para o professor na medida em que em geral se recorre muito à visualização de ilustrações que representam fenômenos físicos para favorecer a aquisição de conceitos. Considerando-se a necessidade de criar materiais didáticos que supra a ausência da visão para estudantes cegos os professores têm desenvolvido recursos cujo princípio básico tem sido o de representar em relevo as ilustrações visuais usadas nas explicações de determinados fenômenos físicos. Porém, muitos desses materiais são confeccionados com recursos de baixa qualidade e pouca durabilidade, pois são improvisados com materiais tais como papelão e barbante ou ainda produtos perecíveis como macarrão, arroz, etc. Além disso, eles requerem preparação prévia e não são flexíveis, ou passíveis de modificações, e cada representação visual requer sua adaptação. Considerando-se a necessidade de se buscar recursos didáticos que agreguem qualidade, versatilidade, durabilidade e economia de tempo de planejamento para o professor o objetivo dessa pesquisa consistiu em desenvolver um kit didático que permita o acesso a ilustrações de situações e fenômenos físicos apresentadas em livros didáticos de Física do ensino médio; e que apresente características de portabilidade, durabilidade e versatilidade, no sentido de permitir a representação de várias ilustrações e garantir sua modificação durante a aula. O material desenvolvido, denominado de KitFis, envolve uma placa de metal imantada com pecinhas também de metal, planejadas de modo a permitir recriar em relevo as ilustrações dos livros de Física. Após o desenvolvimento do KitFis, três professores formados em Física avaliaram o kit ministrando uma aula a um estudante cego com o uso do KitFis. As aulas foram filmadas para as análises. Notamos que duas características se destacaram durante as aulas ministradas pelos professores: a versatilidade e a qualidade tátil e como prevíamos, o KitFis permite a construção e modificação de algumas representações táteis durante a aula, e o aluno cego mostrou durante as filmagens que conseguiu perceber o formato das peças com facilidade.

Palavras - chave: Inclusão Escolar, Deficiência Visual, Cegueira, Ensino de Física, Ensino Médio, Recurso Didático, KitFis.

ABSTRACT

The inclusion politics ensures school enrollment in regular education students with special educational needs, however, fill the banks of the schools, we must offer means for permanency their quality in mainstream education of these students. In case of students with blindness refers to the use of didactic resources that enhance their remaining senses, such as tact and hearing, to enable access to the curriculum. Meantime, the content of teaching physics to high school such students can be a challenge for the teacher in that general use is the visualization of graphics that represent physical phenomena to facilitate the acquisition of concepts. Considering the need to create learning materials that meets the absence of vision for blind students teachers have developed resources whose basic principle has been to represent in relief the visual illustrations used in the explanation of certain physical phenomena. However, many of these materials are made from low quality resources and durability, they are improvised with materials such as cardboard and twine or perishable products like noodles, rice, etc.. Moreover, they require advance preparation and are not flexible, or capable of modification, and each visual representation requires adaptation. Considering the need to seek didactic resources that aggregate the quality, versatility, durability and save time for teacher planning the objective of this research consisted in develop an didactic kit which allows access to illustrations of physical phenomena and situations presented in textbooks Physics of high school, and that has characteristics of portability, durability and versatility, to allow the representation of several illustrations and ensure their modification during class. The developed material, called KitFis involves a metal plate with magnetized too little parts of metal, planned to allow embossed recreate the illustrations of physics books. After the development of KitFis three teachers Physics trained in evaluated the kit in ministering a lesson to a blind student using the KitFis. The classes were videotaped for analysis. We note that two features stood out during the classes given by the teachers: the versatility and tactile quality. That's because as we predicted, the KitFis allows the construction and modification of some tactile representations during class. And the student shows during filming that can perceive the shape of the pieces with ease.

Key words: School Inclusion, Visual Impairment, Blindness, Teaching of Physics, School only, Resource didactic, KitFis.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE QUADROS	XV
LISTA DE TABELAS	XVI
APRESENTAÇÃO	XVII
1 INTRODUÇÃO	19
2 CONHECENDO A CEGUEIRA	25
2.1 A VISÃO E A FALTA DELA	29
2.2 A FÍSICA DA VISÃO	30
2.3 A FALTA DA VISÃO E O TATO.....	32
3 ENSINO DE FÍSICA E CEGUEIRA	43
3.1 FÍSICA, IMAGENS E CEGUEIRA	43
3.2 MATERIAIS DIDÁTICOS E DEFICIÊNCIA VISUAL	49
4 PERCURSO METODOLÓGICO	56
4.1 PARTICIPANTES E LOCAL	56
4.2 PROCEDIMENTOS ÉTICOS	57
4.3 MATERIAIS.....	58
4.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	58
4.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	58
5 DESCRIÇÃO DO KIT DIDÁTICO: O KITFIS	61
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	65
6.1 POSSIBILIDADES DE REPRODUÇÕES DE IMAGENS DE FÍSICA NO KITFIS.....	65
6.2 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DO KITFIS BASEADA NAS AULAS MINISTRADAS PELOS PROFESSORES DE FÍSICA.	76
6.2.1 PROFESSOR DANIEL E O ENSINO DA TERMODINÂMICA	76
6.2.2 PROFESSOR EDUARDO E O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON	83

Sumário

6.2.3 PROFESSOR JEAN E O ENSINO DA ÓTICA.....	94
6.3 AVALIAÇÃO DOS PROFESSORES E ALUNO, PARTICIPANTES DA PESQUISA, SOBRE O KITFIS.....	105
6.4 LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES DO KITFIS.....	107
7 CONCLUSÕES.....	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fisiologia do olho humano.	31
Figura 2 - Formação de imagem no olho humano.....	32
Figura 3 - Representação de um cubo.	45
Figura 4 – Representações de modelos físicos presentes em livros didáticos de física. a) Representação da reflexão da luz em uma superfície plana. b) Representação da refração da luz ao passar de um meio para outro. a) Representação de resistores associados em paralelo.	46
Figura 5 – Fotos do planeta Saturno visto a olho nu, foto de um telescópio e foto de Saturno visto com um telescópio. a) Saturno visto a olho nu. b) Telescópio. c) Saturno visto com um telescópio.	48
Figura 6 - Ilustração da mesa magnética com suas dimensões.	61
Figura 7 - Representações de alguns fenômenos físicos e equipamentos presentes em livros didáticos. a) Formação de imagens em espelhos esféricos. b) Forças atuando em um corpo. c) Resistores.	63
Figura 8 - Força atuando em um corpo.	66
Figura 9 - Força normal e força peso atuando em um bloco.	66
Figura 10 – Força \vec{F} e força de atrito estático atuando em um bloco.	67
Figura 11 - Reflexão em um espelho plano.	67
Figura 12 - Refração da Luz.	68
Figura 13 - Feixe de luz incidindo paralelamente ao eixo principal de um espelho côncavo.	68
Figura 14 - Feixe de luz incidindo em um espelho côncavo passando pelo centro de curvatura.	69
Figura 15 - Feixe de luz incidindo no foco de um espelho côncavo refletindo paralelamente ao eixo principal.	69
Figura 16 – Feixe de luz incidindo perpendicularmente em uma superfície e refletindo sobre si mesmo.	70
Figura 17 - Força peso e empuxo atuando em um bloco no interior de um líquido.	70

Figura 18 – Força peso e empuxo atuando em um bloco na superfície de um líquido. 71	71
Figura 19 – Sistema de vasos comunicantes. 71	71
Figura 20 - Gráfico de pressão <i>versus</i> volume em uma transformação isotérmica..... 72	72
Figura 21 - Gráfico de pressão <i>versus</i> volume em uma transformação isométrica..... 72	72
Figura 22 - Gráfico de pressão <i>versus</i> volume em uma transformação isobárica..... 73	73
Figura 23 - Representação gráfica de um capacitor. 73	73
Figura 24 - Difração de uma onda ao atravessar um orifício. 74	74
Figura 25 - Força de atração entre duas cargas pontuais de sinais contrários e separadas por uma distância..... 74	74
Figura 26 – Ilustração de vetores com mesma direção e sentidos iguais e diferentes... 75	75
Figura 27 – Representação de um átomo. a) Elétron girando em torno do núcleo. b) Aluno tateando a ilustração representada na figura a. 77	77
Figura 28 – Representação de uma panela de pressão. Nas figuras a, b, c, d, e, f, g e h mostram a construção detalhada da representação da panela de pressão. 78	78
Figura 29 – Representação de uma seringa. Nas figuras a, b, c, d, e, f e g mostram a construção detalhada da representação da seringa. 80	80
Figura 30 – Representação da molécula de água. a) Modelo da molécula de água. b) Aluno tateando a representação do átomo de oxigênio da ilustração de molécula de água. c) Aluno tateando as representações do átomo de hidrogênio da ilustração de molécula de água. 81	81
Figura 31 – Representação da dilatação térmica de uma barra retangular. a) Duas barras de ferro retangulares paralelas do mesmo tamanho. b) Duas barras de ferro retangulares paralelas com tamanhos diferentes. c) e d) Aluno tateando as barras de ferro representadas na figura b)..... 82	82
Figura 32 – Representação do plano cartesiano. a) Aluno tateando o eixo x positivo. b) Aluno tateando o centro do plano cartesiano. c) Aluno tateando o eixo y positivo. d) Aluno tateando o eixo x negativo. e) Aluno tateando o eixo y negativo. f) Aluno tateando o eixo z. 84	84
Figura 33 – Quadrantes do plano cartesiano. a) Aluno tateando o primeiro quadrante. b) Aluno tateando o segundo quadrante. c) Aluno tateando o terceiro quadrante. d) Aluno tateando o quarto quadrante..... 86	86

Lista de Figuras

Figura 34 – Localização de pontos em um plano. a) Um bloco localizado em um sistema de coordenadas. b) Aluno tateando a ilustração representada na figura a). Em c) e d) o professor mostra para o aluno a posição do bloco no eixo x e y, respectivamente.	88
Figura 35 – Localização de um bloco no plano. a) Aluno tateando o bloco. Em b) e c) aluno tateia o posicionamento do bloco no eixo x e no eixo y, respectivamente.	89
Figura 36 – Representação de um bloco com seus pontos no eixo x e no eixo y.	90
Figura 37 – Deslocamento de um bloco no eixo x.	90
Figura 38 – Representação de um bloco sendo deslocado no eixo x positivo. As figuras a), b), c), d), e) e f) mostram a construção detalhada de um bloco se deslocando no eixo x positivo.	91
Figura 39 – Bloco sendo puxado por uma força ao longo do eixo y.	93
Figura 40 – Deslocamento de três blocos ao longo do eixo y. Nas figuras a) e b) o aluno tateia os três blocos representados na figura.	93
Figura 41 - Fontes de luz pontuais. a) Uma fonte de luz pontual. b) Uma fonte de luz pontual emitindo dois feixes de luz. c) Uma fonte de luz pontual emitindo três feixes de luz.	95
Figura 42 - Materiais usuais tradicionalmente produzidos para o ensino de cegos.	96
Figura 43 – Representação de feixes de luz convergentes em a), divergentes em b) e paralelos em c).	97
Figura 44 – a) Feixe de luz. b) Feixe de luz passando por um anteparo. c) Feixe de luz passando por dois anteparos. d) Aluno tateando a ilustração representada na figura c. e) Professor desalinhando o segundo anteparo da ilustração. f) Aluno tateando a ilustração representada na figura e.	99
Figura 45 - Reflexão em uma superfície curva. a) Ilustração de uma superfície curva. b) Reflexão em uma superfície curva. c) Aluno tateando a ilustração representada na figura b. d) Professor construindo um triângulo retângulo na parte inferior esquerda da mesa magnética. e) Aluno tateando o triângulo retângulo representado na figura d.	101
Figura 46 – Fonte de luz pontual. a) Fonte de luz pontual gerando três feixes de luz. b) Feixe de luz proveniente da fonte pontual passando por um anteparo. c) Aluno tateando a ilustração representada na figura b.	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Acontecimentos que marcaram a educação dos cegos no Brasil..... 27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Número de matrículas de alunos com deficiências em classes comuns do Ensino Regular e/ou Educação de Jovens e Adultos.....	20
Tabela 2 - Número total de artigos encontrados nos periódicos consultados.....	54
Tabela 3 - Publicações de acordo com temáticas centrais da Física.....	55
Tabela 4 - Peças que compõem o KitFis.	61

APRESENTAÇÃO

Antes de iniciar as discussões que propomos para esse trabalho, acredito ser válido contextualizar minha motivação em desenvolvê-lo. Sou licenciada em Física e no ano de 2009, como requisito para conclusão de curso fiz o estágio supervisionado. Todos os alunos tinham a liberdade de escolher a escola em que iriam estagiar, porém o professor da disciplina nos propôs o “desafio” de desenvolver o trabalho de estágio com uma estudante cega. Achei a proposta bastante interessante e me prontifiquei a fazer o trabalho, juntamente com um colega de turma.

Nosso objetivo com o estágio era auxiliar a aluna em suas dúvidas de Física. No início foi bastante complicado, pois não tínhamos nenhuma noção de como trabalhar com um aluno cego. Porém, mesmo com algumas dificuldades fomos aprendendo a lidar com elas, e essa experiência acabou, também, tornando-se meu trabalho de conclusão de curso.

Como não tínhamos experiência em trabalhar com estudantes cegos, tivemos que estudar na literatura como deveria ser realizado o ensino com estudantes cegos e foi então que tivemos contato com muitos trabalhos que ressaltavam o uso do tato e a linguagem no processo de ensino e aprendizagem de alunos cegos. Dessa forma percebemos que nosso trabalho não seria diferente, pois precisaríamos representar tatilmente as ilustrações contidas nos livros de Física.

Assim, os materiais que levávamos para os encontros com a aluna tinham que ser preparados por nós com antecedência, pois as ilustrações que construímos baseavam-se em colagens com barbante, papelão, macarrão. Portanto, o material deveria estar pronto na hora da aula, e precisava estar completamente seco para não atrapalhar o andamento das atividades.

Um dia enquanto produzíamos um dos materiais para trabalhar com a aluna, tivemos uma ideia. Pensamos que seria mais prático se houvesse um material mais dinâmico, que não necessitasse de colagens e preparo com antecedência. Cogitamos ainda que ele pudesse ser versátil, no sentido de poder construir várias ilustrações de Física com o mesmo material. E seria bom também que fosse de fácil manipulação pelo professor, para que pudesse usar na sala de aula regular com alunos cegos. Dessa forma acabei assumindo o compromisso de levar adiante esses questionamentos e nesse

Apresentação

contexto surgiu meu projeto de mestrado que objetivou justamente desenvolver um material com essas propriedades.

1 INTRODUÇÃO

Comparando os dois últimos censos demográficos o número de pessoas com deficiência visual (DV) no Brasil, variou de 16.644.842¹ (no ano de 2000) para 35.791.488² (no ano de 2010) (IBGE, 2000; 2010). Esse aumento corresponde a aproximadamente 115%, ou seja, um número bastante significativo.

Durante muito tempo a cegueira foi marcada pelo estigma de sofrimento, incapacidade. Houve momentos em que a cegueira foi atribuída a castigo, manifestações malignas ou até divinas. Mas o que nota-se é que até nos dias de hoje encontra-se enraizado na sociedade o preconceito em relação às capacidades das pessoas cegas, as quais são vistas com incapacidade de aprender e se desenvolver em sociedade.

O fato é que a cegueira, isoladamente, não é responsável por dificuldades de aprendizagem e nem interfere no convívio de pessoas cegas com pessoas videntes. A raiz dos problemas é social, pois é na relação da pessoa cega com a sociedade que os obstáculos emergem. É indiscutível que o mundo é organizado principalmente para as pessoas que enxergam e atividades simples do cotidiano de videntes podem se tornar grandes barreiras para as pessoas cegas, como por exemplo, tomar um ônibus, subir uma escada, ler um livro, etc.

No contexto educacional, identificamos problemas na inclusão de estudantes cegos no ambiente escolar regular. A falta de acessibilidade poderia ser citada como um desses problemas. Entendemos como falta de acessibilidade no ambiente escolar a falta de sinalizadores para os estudantes cegos, materiais e metodologias que se adequem às suas necessidades. Mittler (2003) pontua que o processo de inclusão escolar envolve reforma e reestruturação das escolas como um todo, para assegurar que todos os estudantes possam ter acesso a todas as gamas de oportunidades educacionais e sociais oferecidas nesse contexto. Vale destacar que o acesso à educação, é uma condição que se configura como básica, desde que seja acompanhada com condições também de permanência no sistema educacional, além de ser um direito de todos garantido pela Constituição Brasileira.

¹ Incapaz, com alguma ou grande dificuldade permanente de enxergar.

² Engloba as pessoas que: Não consegue enxergar de modo algum, possui grande dificuldade e que possui alguma dificuldade.

Capítulo 1 – Introdução

Analisando os dados do censo escolar é possível notar que o número de matrículas de alunos com necessidades especiais no ensino regular vem aumentando gradativamente nos últimos anos (Tabela 1). Esses números mostram que os alunos com deficiência estão chegando à escola regular, porém o que preocupa é como esses alunos estão sendo recebidos nesse ambiente, pois mais importante que ser inserido é preciso permanecer na escola com qualidade, e para permanecer é necessário não uma adequação da parte do aluno com deficiência e sim da escola que vai recebê-lo (estrutura adequada, formação de professores, etc.).

Tabela 1- Número de matrículas de alunos com deficiências em classes comuns do Ensino Regular e/ou Educação de Jovens e Adultos.

Ano	Número de Matrículas
2007	304.882
2008	374.537
2009	387.031
2010	484.332

Fonte: INEP, sinopse estatística, 2007, 2008, 2009 e 2010.

Entendemos que todas as disciplinas do currículo escolar podem apresentar grandes desafios para os estudantes cegos, porém nossa preocupação se cerca especificamente na disciplina de Física, do ensino médio. Tal disciplina geralmente é vista como complexa por muitos estudantes, independente de terem ou não algum impedimento sensorial, porque a Física “faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas” (BRASIL/PCN+, 2002, p. 2) que não agradam muito os estudantes.

Como os estudantes videntes, os estudantes cegos também apresentam bastantes dificuldades com a disciplina de Física. Porém, podemos considerar que parte dessa dificuldade não é apenas cognitiva, mas sim consequência de aulas organizadas para videntes. Uso da lousa, livros didáticos, calculadoras e até mesmo o uso de *data show*. Tais instrumentos podem ser usados desde que sejam acompanhados de recursos áudio descritivos ou táteis, de modo a atender às necessidades dos estudantes cegos. Podemos citar até mesmo o uso de expressões usadas pelo professor que faz alusão ao

Capítulo 1 – Introdução

uso do sentido visão: “*Esse bloco aqui vai pra esse sentido*”, “*O carro vermelho percorre essa distância*”. Expressões como estas não fazem nenhum sentido ao estudante cego, pois apenas pela audição ele não conseguirá saber que distância é essa, ou distinguir um carro ou qualquer outro objeto pela sua cor.

O uso de ilustrações durante aulas de Física é também bastante comum porque esse recurso permite o acesso a fenômenos que não se encontram disponível materialmente em sala de aula. Porém, se tais ilustrações são ferramentas muito importantes no ensino de Física para videntes, por outro lado não favorecem o aluno com cegueira. Nesse sentido percebemos a necessidade de por alguma forma promover a “observação” dessas ilustrações também pelos alunos cegos.

É evidente que ensinar Física a um estudante cego é um grande obstáculo, devido à quantidade de imagens visuais presente nessa disciplina (imagens de fenômenos, aparatos experimentais, modelos físicos, etc.), mas é um obstáculo que não deixa de ser transponível, desde que sejam oferecidos meios adequados que atendam às necessidades dos estudantes cegos. Acreditamos que o uso de recursos didáticos pode contribuir muito com o ensino de Física, garantindo-os o acesso ao conteúdo assim como aos demais estudantes.

Mesmo que ainda discreta a literatura brasileira vem apresentando algumas propostas interessantes de construção de materiais didáticos para o ensino da Física para alunos com cegueira, (ver, por exemplo, MEDEIROS et al. 2007 ; CAMARGO, 2007, 2008; DOMINICI, 2008) e que podem ser usados por professores durante suas aulas. A maioria desses recursos consiste em representar em relevo situações físicas abordadas no ensino médio.

Entretanto, podem ser identificadas algumas limitações na estrutura desses materiais. Uma delas é o fato de tais recursos serem construídos, na maioria das vezes com materiais tais como barbante, papelão, cola, macarrão, arroz, entre outros. Tais recursos tornam-se vulneráveis ao tempo devido à durabilidade, na medida em que degradam com bastante facilidade.

Outro problema com esses recursos confeccionados com tais materiais é que eles demandam confecção com algum tempo de antecedência, o que exige tempo extra para planejamento e construção do recurso por parte do professor, que muitas vezes não tem disponibilidade.

Além disso, tais recursos não são passíveis de modificações, devido a sua estrutura, pois uma vez fixados não permitem mudanças. Por exemplo, um material desenvolvido para uma aula sobre refração da luz será preparado apenas com esse propósito. Porém, durante uma aula sobre este assunto o aluno pode apresentar dificuldades sobre trigonometria, que é um conceito básico no estudo de refração, e nesse caso como o material é limitado a um conceito específico o aluno dificilmente aprenderá o novo conteúdo.

Nesse contexto pontuamos nossas hipóteses. Entendemos que **um material didático de melhor qualidade deveria permitir inúmeras variações, ou ser versátil de modo que as situações físicas pudessem ser montadas e manipuladas durante a aula**, proporcionando ao aluno com cegueira uma experiência mais contextualizada do fenômeno estudado. Além disso, **este material deveria ter maior durabilidade e ter portabilidade**, de modo que cada aluno pudesse ter seu kit para levar para a casa ou para a escola, que pudesse lhe ajudar a reproduzir fielmente as ilustrações de Física usadas pelo professor e apresentadas no livro didático.

Entendemos ainda que seria interessante se houvesse **um único material** que permitisse o ensino de um número significativo de conceitos físicos, que garantisse maior comodidade ao aluno e professor, e que proporcionasse durabilidade prolongada e com isso menos gastos.

Um material com tais características poderia fornecer subsídios para que o professor ensinasse seus estudantes com cegueira de modo que estes pudessem acompanhar o desenvolvimento da aula juntamente com seus colegas videntes, favorecendo assim as práticas de inclusão escolar. A questão de como desenvolver um recurso com tais características foi o problema que norteou o presente estudo.

Assim o presente estudo foi desenvolvido a partir da seguinte questão de pesquisa: *Como poderia ser um recurso didático que auxiliasse alunos do ensino médio com cegueira na aprendizagem de Física e que apresentasse portabilidade, durabilidade e versatilidade (no sentido de atender vários conceitos físicos)?*

Nesse contexto traçamos como objetivos do estudo:

Objetivo Geral

Desenvolver um kit didático que permitisse a reprodução tátil de imagens de Física apresentadas em livros didáticos do ensino médio.

Objetivos Específicos

1. Analisar as imagens de Física presentes em livros didáticos do ensino médio para projetar o kit;
2. Projetar e confeccionar o protótipo do kit didático que agregasse as características de ser portátil, duradouro e versátil;
3. Avaliar o protótipo do kit didático com aulas ministradas por professores licenciados em Física a estudantes com cegueira que cursem o ensino médio.

Além do Capítulo 1 que apresenta a temática, o problema, a questão e os objetivos do estudo, essa dissertação contém outros seis capítulos.

No capítulo 2 apresentamos uma discussão acerca da cegueira. As definições e abordagens ao longo do tempo são apresentadas. Discutimos sobre as possíveis dificuldades que um estudante com cegueira pode enfrentar quando inserido em uma sociedade ou ambiente escolar cuja estrutura é basicamente visual. Entendemos que as informações apresentadas nesse capítulo sejam de fundamental importância para situar os possíveis leitores que não tenham tido contato com a temática da cegueira.

No capítulo 3 buscamos discutir sobre as dificuldades que os estudantes cegos podem enfrentar exclusivamente nas aulas de Física, devido à metodologia e recursos visuais usados nessa disciplina. Defendemos o uso de recursos didáticos no ensino de Física para estudantes cegos como um meio inclusivo e acessível. Apresentamos ainda um levantamento sobre a produção científica nacional, cujos trabalhos apresentam propostas de recursos didáticos de Física para estudantes com deficiência visual. Entendemos que esse capítulo traz informações interessantes para os leitores que não tenham tanta familiaridade com o ensino de Física.

O capítulo 4 traz o percurso metodológico seguido na pesquisa.

No capítulo 5 apresentamos o kit didático desenvolvido ao longo dessa pesquisa, bem como suas peças e características.

Capítulo 1 – Introdução

No capítulo 6 encontram-se nossos resultados obtidos com a pesquisa.

Finalmente, no capítulo 7 apresentamos algumas conclusões referente a pesquisa.

2 CONHECENDO A CEGUEIRA

Eles (os cegos) desenvolvem capacidades que não podemos esperar no vidente, e devemos assumir que no evento da comunicação exclusiva do cego com o cego sem a integração com a visão, uma forma especial de pessoa surgiria. (K. Bürklen, 1924, p. 3 *apud* Vygotski, 1997).

Durante toda a história a cegueira teve como estigma o mau, a desgraça, castigo ou piedade. Em muitas sociedades primitivas não havia pessoas cegas, ou porque eram mortos ou abandonados juntamente com os enfermos e as pessoas com deficiências (FRANCO & DIAS, 2005).

Vygotski (1997) destaca três épocas e discute a concepção da cegueira em cada uma delas. A primeira época, denominada de mística, engloba a Antiguidade, a Idade Média e uma parte da história moderna. Nesse período a cegueira carrega em si o estigma de desgraça, em que as pessoas reagiam com superstições, medo e respeito. Acreditava-se que os cegos possuíam poderes místicos da alma, “em lugar de sua perda da visão física, eles ganham conhecimento espiritual de certas visões” (p. 2). Acompanhado do cristianismo acontece uma reavaliação de valores nesse sentido, principalmente na Idade Média em que o cego é tido como mais próximo de Deus.

A Renascença (séc. XVIII) trouxe uma nova compreensão da cegueira. Nesse momento a ciência passa a participar dessa discussão. Esse período é marcado por uma visão em que se acreditava que um defeito orgânico era compensado por um aumento do funcionamento de outros órgãos. Como por exemplo, um defeito na visão daria lugar a um desenvolvimento mais aguçado no sentido da audição. Porém após algumas investigações verificou-se que tal teoria não apresentava fundamento. Dessa forma o que na verdade ocorria não era uma substituição propriamente dita de órgãos saudáveis por órgãos com algum defeito orgânico ou funcional. Porém o que se poderia pensar é em uma reestruturação de toda a atividade psicológica, buscando um novo equilíbrio orgânico no lugar do impedimento.

No período moderno, a ciência moderna explica que se um organismo apresenta uma diminuição de sua operação normal devido a alguma anormalidade morfológica ou funcional, então acontece que o sistema nervoso e o aparelho mental

Capítulo 2 – Conhecendo a Cegueira

atuam na tarefa de compensar essa função do órgão que se encontra prejudicada.

Segundo o autor:

Eles (o sistema nervoso e o aparelho mental) criam uma superestrutura psicológica sobre o órgão em mau funcionamento e esta superestrutura luta para escorar o organismo em seus pontos enfraquecidos e ameaçados (VIGOTSKI, p. 5, grifo meu).

Os anos 1784 e 1829 foram anos que marcaram a histórias das pessoas com deficiência visual. Valentin Haüy inaugurou na França, o Instituto Real dos Jovens Cegos de Paris no ano de 1784. No ano de 1829, Louis Braille, aluno desse instituto, criou um código de escrita, o Sistema Braile, com seis pontos em relevo que permitiu ao cego ler e escrever. Esse código de escrita foi uma adaptação de um código secreto militar desenvolvido por Charles Barbier, denominado de “escrita noturna” e consistia em uma combinação de doze pontos em relevo, em que formavam símbolos fonéticos. Tal código era vantajoso para uso em guerras, pois os soldados poderiam se comunicar em campos de batalha a noite, sem que fosse necessária a utilização de luz, e assim não serem descobertos por inimigos (MAZZOTTA, 1996). O sistema braile foi e ainda é muito importante para a educação dos cegos porque permite a eles serem alfabetizados assim como os videntes.

No Brasil o decreto imperial nº, 1.428, do Imperador Pedro II, marcou o início da educação de deficientes visuais no país e América Latina, com a criação do Imperial Instituto de Meninos Cegos hoje conhecido como Instituto Benjamin Constant, que foi a única instituição responsável pela educação de deficientes visuais no Brasil até o ano de 1926, quando foi então inaugurado o Instituto São Rafael, em Belo Horizonte (COSTA et al., 2009). Vários outros acontecimentos marcaram a história da educação dos cegos no Brasil, alguns deles podem ser acompanhados no Quadro 1.

Quadro 1 - Acontecimentos que marcaram a educação dos cegos no Brasil

<u>Ano</u>	<u>Acontecimento</u>
1927	Fundado o Instituto para Cegos "Padre Chico", em São Paulo.
1935	Projeto de lei com o objetivo de criação do lugar do professor de primeiras letras para cegos e surdos-mudos.
1945	Instituto de Educação Caetano de Campos, em São Paulo.
1946	Fundação para o Livro do Cego no Brasil, instituição para imprimir livros em caracteres braile.
1947	Instituto Benjamin Constant e a Fundação Getúlio Vargas, realizaram o curso de caráter intensivo destinado à especialização de professores para deficientes visuais.
1953	Oficialização da classe braile nas escolas comuns do Estado de São Paulo, Lei nº 2.287, regulamentada pelo Decreto nº 26.258, de 12/08/56.

(Fonte: MASINI, 1993)

Nunes & Lomônaco (2010), discutem o uso do termo “cego”, considerando que muitas pessoas apresentam receio em usá-lo, acreditando ser uma expressão pejorativa e que remete ao preconceito. Dessa forma preferem a denominação deficiente visual, porém é importante saber que os termos cego e deficiente visual não são equivalentes. Tais autores destacam que chamar alguém de cego não é preconceito, já preconceito é considerar um cego menos capaz devido sua limitação no órgão da visão (NUNES & LOMÔNACO, 2010).

Deficiência visual é o termo usado em referência a um grupo maior no qual se encontram todas as pessoas que possuem impedimentos visuais, ou seja, engloba também as pessoas cegas e as que possuem baixa visão, que possuem uma visão residual. É considerado cego aquele que cuja acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica. A baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores (BRASIL, 2004).

Segundo Amiralian (1997), inicialmente a cegueira foi uma preocupação da medicina que buscava compreender o quanto uma pessoa com deficiência visual poderia ver, e nesse momento a cegueira era concebida como uma falha orgânica e objetivava-se minimizar os efeitos desse defeito visual. Nesse sentido surgiu a preocupação em medidas que informassem a capacidade visual de pessoas com deficiência visual. Assim

nos deparamos com medidas que avaliam a funcionalidade ocular – a *acuidade visual*³ e o *campo visual*⁴. A avaliação funcional do olho por tais medidas é o que chamamos de definição “legal” ou clínica para a cegueira (COSTA et al. 2009). É uma definição usada no Brasil, mas foi elaborada pela Associação Médica Americana a pedido do governo para determinar as pessoas que tinham direito a benefícios sociais (CORN & KOENIG, 1996 *apud* BATISTA, 1998).

Entretanto, apesar da definição legal adotada, um fato observado era que havia pessoas cegas com uma mesma medida de acuidade visual, mas que apresentavam diversas capacidades visuais, ou seja, apresentavam diferenças na utilização do resíduo visual (AMIRALIAN, 1997).

Até a década de 70 eram direcionadas ao uso do braile as pessoas que eram diagnosticadas oftalmologicamente como cegas. Porém ao se notar que muitas pessoas cegas estavam lendo braile com os olhos e não com o tato, resultou em uma reformulação do conceito. Dessa forma passaram a serem consideradas cegas aquelas pessoas que para apreender o mundo necessitavam do tato, o olfato e a cinestesia, como sentidos primordiais. Foram consideradas com baixa visão aquelas pessoas que mesmo com o órgão da visão afetado por algum motivo ainda assim usavam a visão satisfatoriamente no processo de aprendizagem. Dessa forma apenas o diagnóstico da acuidade visual sozinho não é suficiente. Nesse sentido, percebe-se que é o comportamento visual da pessoa que indica sua limitação visual e conseqüentemente suas necessidades, ou seja, sua incapacidade de ler em tinta leva ao uso de meios alternativos, como o sistema braile.

A cegueira pode ser **congênita**, quando existe desde o nascimento, ou pode ser **adquirida** ou também chamada de **adventícia**, quando adquirida ao longo da vida. Segundo Amiralian (1997), para fins educacionais é importante saber se a cegueira é congênita ou é adquirida, e neste último caso, qual o momento em que aconteceu. Uma pessoa que se torna cego aos 15 anos de idade, por exemplo, já possui uma bagagem visual maior do que aquela que adquiriu aos dois anos de idade. Há estudos que indicam que a pessoa que perde a visão antes dos cinco anos de idade não conserva na memória qualquer imagem visual, mas já aquele que adquire após os cinco anos pode possuir

³ A acuidade visual (AV) é a capacidade visual de cada olho (monocular) ou de ambos os olhos (binocular), expressa em termos quantitativos (DOMINGUES et al. 2010, p. 10).

⁴ O campo visual corresponde à área total da visão (DOMINGUES et al. 2010, p. 9).

uma memória visual útil (AMIRALIAN, 1997). Dessa forma a idade cinco anos foi estabelecida para distinguir a cegueira congênita da cegueira adquirida.

2.1 A VISÃO E A FALTA DELA

A falta da visão remete a várias dificuldades para a pessoa principalmente porque vivemos em um mundo em que somos rodeados por imagens e cores em vitrines, outdoors, etc., e tais informações estão diretamente ligadas ao sentido da visão, ou seja, “em humanos, grande parte da apreensão da realidade depende de informação visual” (RANGEL et al., 2010, p. 198). De qualquer modo, este é um sentido importante porque é capaz de captar várias informações simultaneamente, ou seja, ao olharmos para um objeto podemos perceber além de sua cor, a textura, o tamanho, o material que é feito. Concordamos com Rangel (et al. 2010) quando discute sobre a importância do sentido da visão,

Embora outros sistemas sensoriais também sejam bastante desenvolvidos, a visão é especial porque dá acesso a informações detalhadas sobre objetos localizados a grandes distâncias (muitas vezes maiores que o comprimento do braço, por exemplo) (...). (p.198)

Amiralian (1997) faz uma interessante discussão a cerca das analogias feitas com as palavras visão e olhar, ou de seus sinônimos e derivados. Como por exemplo, quando queremos nos referir às diferenças culturais dizemos “**visões** de mundo” ou ainda usa-se a expressão “não **ver**” no sentido de expressar incompreensão, incapacidade de compreender e conhecer as verdades do mundo. A autora ainda apresenta, além dessas e outras analogias o uso de tais palavras no sentido de inferir sentimentos ou comportamentos, como por exemplo, “frieza do **olhar**”, “**olhar** quente”. São vários os exemplos em que se pode notar o uso dessas palavras: “**olho** gordo”, “mau **olhado**”, “ficar de **olho**”, “amor à primeira **vista**”, “amor **cego**”, etc. Esses exemplos nos faz perceber como o sentido visão está culturalmente enraizado em nossa sociedade. Dessa forma, devido a grande importância dada ao sentido da visão entendemos que seja interessante apresentarmos uma breve discussão acerca do

funcionamento do olho humano e a formação de imagens por esse órgão segundo alguns princípios físicos.

2.2 A FÍSICA DA VISÃO

As pessoas que enxergam apresentam, normalmente, quatro elementos que necessitam estar presentes e operando (SMITH, 2007):

- A Luz;
- Algo que reflita a luz;
- Um olho que processe a imagem projetada por impulsos elétricos;
- Um cérebro que receba e empreste significado para esses impulsos.

O olho humano tem forma quase esférica, com diâmetro aproximado de 2,5cm como pode ser observado na figura 1⁵. Ele é constituído por uma membrana dura e branca, denominada *esclerótica* (VENTURA & NETO, 1995). A parte frontal que é ligeiramente mais encurvada e é recoberta por uma membrana dura e transparente, a *córnea* (YOUNG & FREEDMAN, 2004). A seguir encontra-se na região atrás da córnea um líquido denominado de *humor aquoso*. Logo a seguir encontra-se o *crystalino*, que funciona como uma lente em forma de cápsula (biconvexa). O cristalino é comprimido ou relaxado pelo *músculo ciliar*, que é responsável pela focalização do objeto sobre a retina permitindo a formação de imagens localizadas a diferentes distâncias e garantindo uma visualização nítida dos objetos a diferentes distâncias (PASSOS et al., 2008). Esse processo é conhecido como *acomodação* (NUSSENZVEIG, 2002). Atrás do cristalino o olho está cheio de um líquido gelatinoso chamado *humor vítreo*.

Quando observamos um objeto, a imagem deste forma-se na *retina* que é uma membrana sensível a luz situada junto da superfície interna da parte traseira do olho e compreende a maior parte do globo ocular (PASSOS et al., 2008). Há uma região na retina onde a imagem se forma mais nitidamente, chamada de *fóvea central* (YOUNG & FREEDMAN, 2004).

⁵ Descrição: A figura 1 representa a fisiologia do olho humano, na qual é apresentado: Corpo ciliar, a córnea, a pupila, a íris, a esclerótica, coróide, a retina, a mácula lútea, a fóvea, o nervo óptico, ponto cego e o humor vítreo.

Capítulo 2 – Conhecendo a Cegueira

Os *cones e bastonetes* situados na retina agem como minúsculas fotocélulas, dispositivo que transforma energia luminosa em elétrica, que captam a imagem e transmitem os impulsos através do *nervo óptico* para o cérebro.

A *íris* é a parte que dá cor ao olho (PASSOS et al., 2008) localiza-se na parte da frente do cristalino e possui uma abertura que funciona como o diafragma da câmara fotográfica. A íris possui uma abertura central chamada *pupila*, que se abre ou fecha buscando controlar a intensidade de luz de acordo com a variação da luminosidade do ambiente (YOUNG & FREEDMAN, 2004).

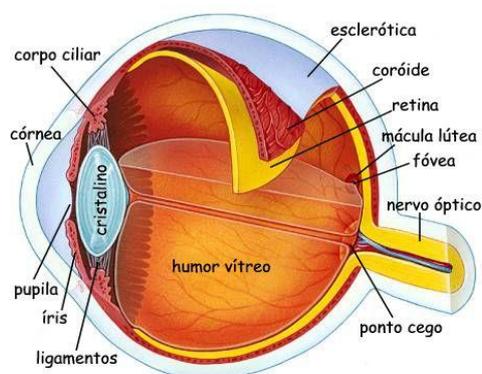


Figura 1 - Fisiologia do olho humano.

Fonte: <http://gelson-dct.blogspot.com.br/2009/11/saiba-mais-sobre-o-olho-humano.html>

Para que um objeto seja visto com muita nitidez, a imagem deve ser formada exatamente na retina. A formação de imagens pelo olho humano pode ser basicamente explicada com conceitos físicos de ótica geométrica. Observemos a figura 2⁶ que mostra esquematicamente a formação de imagens no olho humano.

⁶ Descrição: Na figura 2 é apresentado como ocorre a formação de imagens no olho humano. É apresentado um olho humano, a imagem formada na retina é uma maçã. Raios de luz são incididos de uma fonte de luz e são refletidos pela maçã e os raios refletidos pela maçã entram no olho formando a imagem na retina.

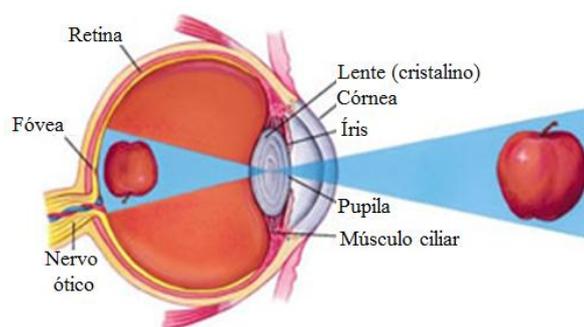


Figura 2 - Formação de imagem no olho humano.

Fonte com adaptações:

http://3.bp.blogspot.com/_S26YrNfJLy8/TM8KjK0erCI/AAAAAAAAAGM/EcdZFEw4w6g/s1600/olho+humano.jpg

A luz proveniente do ambiente externo incide e entra no olho através da pupila. O cristalino (a lente) com o auxílio da córnea converge a luz até a retina, onde é formada a imagem. Já os cones e bastonetes situados na retina detectam a luz e levam a informação através do nervo óptico até o cérebro, que decodifica e dá significado a imagem.

2.3 A FALTA DA VISÃO E O TATO

Para as pessoas que enxergam as informações são recebidas principalmente pelo sentido da visão. Mas quando esse sentido encontra-se inativo, que é o caso das pessoas cegas, outros sentidos tornam-se responsáveis pela função de receber informações do meio externo. Segundo Selau (et al. 2010),

Para que o aluno cego organize seu mundo, ele necessita interagir com os objetos e as pessoas, usando as habilidades táteis, olfativas, gustativas e auditivas, de forma que ele possa expressar sua experiência perceptiva. (p. 9).

Ou seja, habilidades táteis, olfativas, gustativas e auditivas precisam ser desenvolvidas nas pessoas que não enxergam, pois estas são vias importantes de interação no mundo na ausência da visão, que não substituem a visão, mas tornam-se mais ativos em sua ausência. Podemos destacar o sentido tátil como fundamental no desenvolvimento das pessoas cegas, e cabe ressaltar que o tato,

Não é um simples sentido, requer uma combinação de percepções da pele, do movimento dos dedos, mãos e braços, bem como informações sobre como os membros se movem e se posicionam em relação ao corpo como um todo e ao que é tocado. (SELAU et al. 2010, p. 9)

Assim, o sentido tátil não é resultado do mero toque dos dedos em objetos e superfícies, a percepção do mundo pelo tato é resultado também de todo o corpo e demais sentidos ativos, como ressalta Masini (2003)

É pois, da reflexão sobre o vivido e da atenção à experiência perceptiva que emergem os significados da pessoa no mundo. Assim, por exemplo, a reflexão da criança com deficiência visual surge da sua experiência de habitar o mundo por meio de sua apalpação tátil, em que interroga o objeto de forma mais próxima do que se o fizesse com o olhar. A velocidade e a direção de suas mãos é que a farão sentir as texturas do liso e do rugoso, a temperatura fria ou quente, o ar mais abafado quando se aproxima de uma parede, acompanhado pela alteração de sua voz ouvida e sua voz articulada, que se altera frente a um obstáculo ou em ambiente aberto. Essas percepções de tatear, que ocorrem com seus movimentos de mãos e dedos, de **articular a voz, de ouvir, de sua comunicação e de sua locomoção no espaço estão unidas no seu corpo, no mundo, e compreendidas pela reflexão sobre cada uma dessas experiências** (p. 42-43, grifo nosso).

Portanto, o tato “reconhece forma, espaço, textura, temperatura, vibração e resposta” (LIMA & BERQUÓ, 2012, p. 9) e cabe destacar que tais informações não são percebidas tão fidedignamente pela visão. É fato de que o sentido da visão é muito valorizado, afinal “o olho é, sem dúvida, um dos engenhos mais bem elaborados da evolução biológica” (BELARMINO, 2008, p. 78). Entendemos essa supervalorização a algo que foi culturalmente construído, a maioria das coisas agrega informações de captação visual.

A visão nos permite observar o mundo e registrar informações que serão usadas na construção de imagens mentais. Por exemplo:

(...) a formação do conceito de cão dependerá da apreensão de diferentes estímulos, sensações tácteis, olfativas e visuais, que geram informações que, através da visão, serão integradas, estabelecendo, assim, o conceito propriamente dito. Por exemplo, a criança normal toca a cabeça, o corpo, as pernas do cão, ouve seus latidos e, ao mesmo tempo, vê a imagem do cão todo (CUNHA & ENUMO, 2003, p. 39).

E ainda, “esses dados ficaram arquivados em nossa memória, assim, sempre que nos for solicitado a imagem referente à palavra “cão”, iremos buscar em nossos registros mentais todas as informações apreendidas referente a esse conceito” (MORAIS, 2009, p. 7, grifo do autor).

No caso da criança cega, essa construção de informações ocorrerá de modo alternativo. Para construir um determinado conceito, a pessoa cega passa por várias experiências isoladas, (no caso do cão, ouvir seus latidos, tocar em uma parte do corpo do animal, até ser mordida, entre outras) e pode acontecer que essa pessoa não consiga integrar todas essas experiências como provenientes do cão (BATISTA, 2005). Ou seja, “uma criança com cegueira levará mais tempo para conhecer ou reconhecer as coisas ou objetos porque manuseia e analisa palmo a palmo o objeto, enquanto a criança que enxerga percebe de uma só vez a sua totalidade” (DOMINGUES, et al. 2010, p.35).

Ao nascermos e no primeiro período de desenvolvimento a consciência tátil é uma importante experiência em termos de aprendizagem, seguidos do tato vem o olfato, a audição e o paladar, porém todos esses sentidos são superados quando o sentido visão é desenvolvido (CARDEAL, 2009). Diferente dos demais sentidos, o sentido da visão é mais estruturado. Por exemplo, se comparado ao tato, a visão é um sentido que não exige muita “energia”, basta olhar para determinado lugar para captar várias informações simultaneamente, sem muito esforço, além de ser um sentido que permite a apreensão de informações a distância. O tato permite um conhecimento por partes, e a apreensão de informações pelo tato se restringe ao comprimento da mão, ou seja, podemos “ver” com o tato até aonde a mão alcança, além de ser um sentido de captação de informações fragmentado e lento. Sobre a amplitude do campo visual Merleau-Ponty (1999) pontua,

Entendamos que o campo tátil nunca tem a amplitude do campo visual, nunca o objeto tátil está presente por inteiro em cada uma de suas partes assim como o objeto visual, e em suma que tocar não é ver (p. 302).

Mesmo com a ampla quantidade de informações que podem ser percebidas com o sentido da visão, existem muitas informações que são mais fidedignas através do uso do tato, como por exemplo, a textura de determinado objeto, a temperatura (LIMA & SILVA, 2000). Dessa forma, entendemos que cada um dos sentidos tem sua devida

Capítulo 2 – Conhecendo a Cegueira

importância e inevitavelmente para as pessoas que não enxergam as informações externas não podem ser captadas pelo sentido da visão, dessa forma tais informações “chegam pelo toque, pelo som, pelo cheiro e pela experimentação da soma de todos estes sentidos, mas não simultaneamente”. (CARDEAL, 2009, p.50). E como afirma Lima & Silva (2008),

Por meio da exploração do ambiente pelas mãos, auxiliado por outros órgãos do sentido, principalmente audição e olfato, as pessoas com limitação visual vêm conhecendo e/ou reconhecendo o meio ambiente em que vivem e tirando dele as informações necessárias para sua sobrevivência e seu desenvolvimento físico, mental e intelectual (p. 115).

Diferente dos demais sentidos, o tato não possui um órgão específico, como por exemplo, o sentido da visão possui o órgão do olho, o sentido da audição possui o órgão da orelha, já o sentido tátil encontra-se espalhado por todo corpo (BELARMINO, 2008). Santaella (2001 *apud* BELARMINO, 2008) apresenta uma interessante discussão a cerca da presença de cinco sentidos presente no sentido tátil,

Pode-se falar que o sistema tátil é constituído, ele mesmo, de cinco sentidos: pressão, calor, frio, dor e cinestesia, que geram o toque cutâneo restrito à pele, o toque háptico, na junção da pele no movimento das juntas, o toque dinâmico, envolvendo pele, juntas e músculos, o toque térmico, aliado à vasodilatação ou vasoconstricção, e o toque orientado, levando a percepção dos objetos em relação à gravidade (SANTAELLA, 2001, p. 77-78 *apud* BELARMINO, 2008).

Mesmo representando uma grande importância para o desenvolvimento de pessoas cegas, os demais sentidos também são importantes para a apreensão de informações do mundo externo. A respeito dessa questão, Belarmino (2008) apresenta o termo “multividência tátil” que segundo a autora, refere-se a:

[...] estar/perceber/compreender o mundo à sua volta por meio da colaboração dos sentidos e tendo como fonte mais importante de percepção o sentido do tato, em toda sua abrangência, pode ser chamado de multividência tátil (p. 81).

Entendemos que não há um sentido mais valioso que outro, visto que todos os sentidos são importantes e interdependentes. A integração das informações provenientes de diferentes sistemas sensoriais é essencial para fornecer uma percepção unificada do ambiente externo, e para dirigir a atenção e controlar o movimento dentro dele (KING & CALVERT, 2001). Portanto, o uso de todos os possíveis sentidos para apreensão de informações tornam a recepção de tais informações mais completa.

Pascual-Leone & Hamilton (2001) exemplificam essa situação falando da diferença que há entre ouvir uma música apenas pelo rádio e estar presente em uma orquestra. O fato de ouvir o som dos violinos e observar os instrumentistas tocando torna a experiência mais satisfatória, o som dos violinos soa muito mais claramente ao ver os violinistas tocando. Esse exemplo esclarece como os sentidos podem complementar um ao outro, tornando a informação proveniente do ambiente externo mais completa.

Ainda nessa linha de pensamento podemos considerar que:

[...] o toque fino permite que se sinta o que não está disponível à visão; a qualidade de um tecido ou de uma tábua é mais bem avaliada quando se estabelece o contato com os dedos e as mãos do que percebendo com os olhos. (LIMA & BERQUÓ, 2012, p. 10).

Acreditamos que essa citação reforça a ideia de que cada um dos sentidos possuem sua importância individual e que existem informações que o tato capta com maior precisão do que a visão.

Diante dessa discussão entendemos que na ausência da visão, o tato pode ser um importante aliado no desenvolvimento de estudantes cegos, mesmo com alguns pontos negativos como os discutidos anteriormente. É importante destacar que é o tato que possibilita ao aluno cego o acesso ao universo da escrita (DOMINGUES, et al. 2010, p.35).

2.4 APRENDIZAGEM E A CEGUEIRA

Com o intuito de promover o acesso ao conhecimento pelas pessoas cegas foram desenvolvidas em todo o mundo muitas tentativas de desenvolver um alfabeto tátil (GUERREIRO, 2000 *apud* OLIVEIRA, 2009). Uma dessas tentativas foi desenvolvida por Valentin Haüy, na segunda metade do século XVIII, na França. Suas experiências buscavam desenvolver um sistema de leitura para as pessoas cegas e consistia na impressão dos caracteres latinos em relevo (OLIVEIRA, 2009).

O trabalho de Haüy resultou na alfabetização de François Lesieur, mesmo sendo um sistema de leitura demorada e cansativa, o sistema desenvolvido por Haüy foi de muita importância para o início do processo educacional das pessoas cegas.

Outro sistema bastante destacado na história da cegueira foi o sistema de leitura e escrita desenvolvido por Charles Barbier. Tal sistema denominado de “escrita noturna”, consistia em uma combinação de doze pontos em relevo, em que formavam símbolos fonéticos. Tratava-se de um código vantajoso para uso em guerras, pois os soldados poderiam se comunicar em campos de batalha a noite, sem que fosse necessária a utilização de luz e assim não serem descobertos por inimigos (MAZZOTTA, 1996).

Louis Braille, estudante do Instituto Real dos Jovens Cegos, dedicou-se a aprimorar o sistema desenvolvido por Barbier, tentando adapta-lo as necessidades das pessoas cegas. Porém Barbier não permitia alterações na estrutura original do sistema obrigando dessa forma Braille a desenvolver seu próprio sistema. Segundo Oliveira (2009) a primeira versão do sistema de Braille (1825):

Permitia a representação do alfabeto e dos números, da simbologia aritmética, fonética e musicográfica e adaptava-se plenamente às peculiaridades da leitura tátil, pois cada caractere podia ser percebido pela parte mais sensível dos dedos por meio de apenas um contato (p. 171).

A versão definitiva do sistema de Braille foi apresentada em 1837. Tal sistema foi introduzido no Brasil por José Álvares de Azevedo, um estudante do Instituto dos Jovens Cegos de Paris que ao retornar para o Brasil com um sonho de fundar no Rio de Janeiro uma escola para cegos, hoje o Instituto Benjamin Constant. Segundo Lemos

(2000 apud OLIVEIRA, 2009) outras escolas começaram a ser fundadas, nas primeiras décadas do século XX, o Instituto de cegos de Pernambuco (Recife) em 1909, o Instituto São Rafael (Belo Horizonte) em 1926 e o Instituto de cegos Padre Chico em São Paulo no ano de 1927.

Nessas instituições o meio usado pelos estudantes cegos para leitura e escrita era o sistema de leitura e escrita desenvolvido por Braille. Segundo Oliveira (2009), muitos dos estudantes dessas escolas permaneciam como professores nessas instituições. A autora destaca que outras escolas foram fundadas por iniciativas dos estudantes cegos outrora alfabetizados por escolas como as já citadas.

Um dos marcos importantes na história da deficiência visual no Brasil foi a produção de livros em Braille (1946), cujo início de atividades foi de responsabilidade de Dorina Nowill.

Segundo Oliveira (2009) o Braille é um recurso muito importante para a educação de estudantes cegos porque é o principal meio pelo qual as informações chegam a eles. Contudo, com a inclusão desses estudantes no ensino regular a importância do sistema Braille tem sido deixado de ter tanta relevância, pois segundo a autora, muitos professores se encontram despreparados no que diz respeito à importância do uso do sistema Braille para a efetiva inclusão escolar dos estudantes cegos.

Outro ponto destacado pela autora é o acesso do estudante cego ao mesmo livro didático dos demais alunos, pois seria interessante a implantação de políticas que garantam aos estudantes cegos terem acesso aos mesmos livros dos demais, e que esse acesso seja desde o primeiro dia de aula.

Amiralian (1997) pontua que não há cego que viva em profunda escuridão, ou seja, há cegos capazes de distinguir claro do escuro ou perceber vultos. Nesse sentido a autora afirma que é muito rara a ausência total da percepção visual. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que cerca de 70% das pessoas cegas possuem algum resíduo de visão aproveitável (DOMINGUES, et al. 2010).

É fato de que o desenvolvimento de uma pessoa cega difere do desenvolvimento de uma pessoa vidente, devido à falta da funcionalidade do órgão da visão. Mas esse desenvolvimento é diferente porque o mundo está organizado de uma forma que prioriza os que enxergam. Nesse sentido atividades que são simples para os

Capítulo 2 – Conhecendo a Cegueira

videntes, como ler um livro, pegar um ônibus, subir uma escada, para os cegos, podem ser realizadas com enormes dificuldades, assim como discutido por Amiralian (1997),

As pessoas cegas são portadoras de uma deficiência sensorial - a ausência de visão -, que as limita em suas possibilidades de apreensão do mundo externo, interferindo em seu desenvolvimento e ajustamento às situações comuns da vida (p. 22).

Com relação à inserção da criança cega no ambiente escolar, as dificuldades também estão presentes. Assim como a sociedade no geral o ambiente escolar é favorável aos videntes. Acompanhar a matéria em um livro ou na lousa, desfrutar satisfatoriamente de todos os ambientes da escola, podem ser atividades que exigem grande esforço de alunos cegos.

As crianças com cegueira, diferentemente do que muitas pessoas julgam, possuem uma capacidade de aprendizagem igual a dos videntes, embora seja claro que existem dificuldades. Porém as crianças que enxergam também apresentam dificuldades de aprendizagem. Nesse sentido nota-se que dificuldades sempre existirão em todo processo de ensino e aprendizagem com ou sem o sentido visão. Concordamos com Domingues et al. (2010) no sentido de que:

Os obstáculos e as barreiras de acessibilidade física ou de comunicação e as limitações na experiência de vida das pessoas cegas são muito mais comprometedoras do processo de desenvolvimento e de aprendizagem do que a falta da visão (DOMINGUES et al. 2010, p. 33).

Assim, o problema não está na criança cega que frequenta a escola regular porque a cegueira sozinha não é responsável por problemas cognitivos. O problema está na organização dessa escola, que é estruturalmente visual.

Porém o que nota-se é que muitos professores veem uma relação direta entre a falta de visão e dificuldades de aprendizagem Domingues et al. (2010) pontuam que a alfabetização não depende unicamente da integração dos sentidos porque, “o fato de poder ver por si só não é condição suficiente para aprender a ler e escrever, pois um contingente de crianças dotadas de visão não consegue alfabetizar-se no tempo esperado” (DOMINGUES et al. 2010, p.46).

Os mitos e preconceitos sobre o desenvolvimento de crianças cegas é um fato que também se encontra presente no ambiente escolar entre os professores. Num curso ofertado para aproximadamente 1800 professores Domingues et al. (2010) encontraram fragmentos das ideias preconcebidas dos professores sobre a cegueira tais como:

Os cegos não podiam ser independentes das pessoas normais, teriam muitas dificuldades para aprender a ler e escrever mesmo em Braille e não podiam associar o concreto com o lúdico por não conhecer o mundo visual;

A criança com cegueira não deveria estar em sala de aula com crianças normais;

Acreditava que executar o trabalho em sala de aula regular com esse aluno era uma missão impossível;

Pensava que uma criança com cegueira simplesmente não avançava em sua aprendizagem;

O cego dificilmente poderia exercer uma profissão e concluir uma faculdade;

Pessoas cegas não deveriam freqüentar a escola ou permanecer nela, pois, em função da cegueira, não teriam condições de exercer uma profissão e todo esforço nesse sentido seria um sacrifício inútil;

Para mim, a falta da visão afetava o cérebro, comprometia a inteligência e os cegos deveriam ser tratados como coitadinhos. (DOMINGUES et al. 2010, pág. 28)

Observando as falas dos professores, pode-se notar que a cegueira vista como anormalidade e incapacidade ainda está presente na concepção das pessoas. Vale destacar que esse curso foi desenvolvido no ano de 2008. Os autores ressaltam a respeito desses mitos, que sempre foram enraizados na sociedade e que se encontram cultivados também no contexto educacional. Dessa forma o estudante com cegueira é enquadrado em uma condição de inferioridade contradizendo todo o atual discurso de inclusão escolar e social.

2.5 INCLUSÃO ESCOLAR DE ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL

A inclusão escolar centra-se em uma concepção de garantia de educação de qualidade para todos, respeitando a diversidade dos estudantes, ou ainda, não se trata de apenas colocar num mesmo ambiente, pessoas com e sem deficiência. Entende-se que inclusão é “uma organização social em que todos são considerados iguais” (AMIRALIAN, 2009, p.22).

Nesse sentido cada vez mais se discute a necessidade da preparação dos profissionais que atuam no cenário educacional, uma atenção em especial centra-se no professor da classe comum, visto que este tem um maior contato e responsabilidade com os estudantes e desse modo necessita de preparo para o atendimento às necessidades educacionais dos estudantes com ou sem deficiência.

Baseado em estudos recentes Sant’Ana (2005), discute que o sucesso da intervenção do professor da sala comum depende de mudanças nas práticas pedagógicas, da adoção de novos conceitos e estratégias, adaptação ou (re)construção de currículos, uso de novas técnicas e recursos específicos para o uso com esses estudante, novas formas de avaliação, entre outras.

O fato de uma criança que antes não tinha acesso à escola e agora o ter, não garante que ela esteja tendo o mesmo ensino que os demais que não possuem algum tipo de deficiência. Incluir um estudante com deficiência vai muito além de inseri-lo em um prédio escolar (a escola), mas sim coloca-lo dentro dessa escola e fornecer meios adequados para sua **permanência e acesso ao conteúdo curricular**. Concordamos com a colocação de Ferreira (et al. 2009)

[...] uma escola não se torna inclusiva porque recebe um aluno com deficiência. A inclusão não é meramente geográfica, permitindo ao aluno a utilização do espaço físico. Tampouco se faz inclusão sob um aspecto meramente legal. É preciso modificar as práticas pedagógicas, redefinindo estratégias e promovendo condições específicas de aprendizagem. (p. 2)

A inclusão escolar não deve ser pensada como uma exigência de vivermos com as pessoas com alguma diferença física ou sensorial, pois como ressalta Amiralian (2009) esse não é necessariamente o desejo das pessoas com deficiência visual ou com demais deficiências, pois:

No momento em que alguém pensa que é *preciso* conviver e aceitar as pessoas com deficiência, já está implícito que esse não é um sentimento espontâneo e natural, não é a expressão de seu verdadeiro “si mesmo”, não é, portanto, uma verdadeira inclusão (AMIRALIAN, 2009, p. 21, grifo da autora).

Segundo Mendes (2003) o problema da educação especial no Brasil não tem sido apenas a falta de acesso das crianças com deficiências à escola. Acontece que os

Capítulo 2 – Conhecendo a Cegueira

poucos estudantes com deficiência que tem chegado às escolas não estão recebendo uma educação com qualidade, isso devido à falta de preparo dos professores ou por falta de recursos.

Segundo a RESOLUÇÃO CNE/CEB Nº 2, de 11 de Fevereiro de 2001 em seu artigo 2:

Os sistemas de ensino devem matricular todos os alunos, cabendo às escolas organizar-se para o atendimento aos educandos com necessidades educacionais especiais, assegurando as condições necessárias para uma educação de qualidade para todos.

Assim, é dever da escola se preparar para receber e atender com qualidade os estudantes com deficiências nela matriculados. E essa questão de qualidade entendemos como oferecer meios adequados para o bom desenvolvimento do estudante na escola como pode ser acompanhado artigo 8 inciso III:

Flexibilizações e adaptações curriculares que considerem o significado prático e instrumental dos conteúdos básicos, metodologias de ensino e recursos didáticos diferenciados (grifo nosso) e processos de avaliação adequados ao desenvolvimento dos alunos que apresentam necessidades educacionais especiais, em consonância com o projeto pedagógico da escola, respeitada a frequência obrigatória.

Como apontado, o ensino de crianças com deficiências em geral, e em particular de estudantes cegos, pode ser imprescindível o desenvolvimento de recursos didáticos diferenciados de modo a potencializar as capacidades desses alunos e isso demanda pesquisa na área de desenvolvimento de produtos deste tipo.

3 ENSINO DE FÍSICA E CEGUEIRA

3.1 FÍSICA, IMAGENS E CEGUEIRA

Sabemos que o conhecimento de Física acumulado ao longo da história é bastante vasto e não poderia estar todo ele presente no currículo do ensino médio. Dessa forma o que os estudantes têm contato é com uma seleção que foi realizada em termos de temas centrais em áreas de fenômenos de natureza física diferentes, que são a Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo (BRASIL/PCN+, 2002).

A física é uma ciência que nos permite conhecer e interpretar o mundo, desde que seus conceitos e linguagens próprias sejam fornecidos adequadamente. Porém é muito comum os alunos apresentarem dificuldades em aprender a disciplina de Física, sendo possivelmente estas dificuldades atreladas à metodologia de ensino usado com que essa disciplina. Com relação às disciplinas exatas (física, química e matemática), alguns fatores têm contribuído com as dificuldades no entendimento dessas disciplinas e contribuído ainda com a “frustração da curiosidade, do interesse e do fascínio do jovem pelo empreendimento científico” (COSTA & NEVES, 2002, p. 1). Citando alguns desses fatores (COSTA & NEVES, 2002):

- ❖ **Ausência da experimentação:** Disciplinas como a Física e química necessitam muito de experimentação e muitas escolas não possuem recursos e/ou laboratório e dessa forma os alunos não poderão visualizar os fenômenos experimentalmente.
- ❖ **Matematização excessiva:** É fato que a Física e a Matemática caminham juntas e por isso é complicado ensinar física sem o uso de matemática. Porém o excesso de matemática no ensino de Física faz com que os alunos aprendam apenas a operacionalizar equações e esse fato resulta num apanhado de contas deixando de lado os significados físicos.
- ❖ **Historicidade dos conteúdos:** A forma com que, principalmente a física tem sido ensinada no ensino médio faz os alunos acreditarem que tal ciência

encontra-se pronta e acabada, porque os fatos científicos são apresentados sem uma contextualização adequada. Mas a física possui uma história com vários personagens que se destacaram e participaram de sua construção fazendo com que ela seja o que é hoje.

- ❖ **Currículos descontextualizados:** Vários fatos científicos modernos não são apresentados aos estudantes, fatos estes que explicam coisas do dia a dia, como o funcionamento de aparelhos modernos. Tais conceitos poderiam contribuir com um maior interesse dos alunos pela ciência.

Além desses, outros fatores não citados podem contribuir com o desinteresse pelos estudantes pela Física e pelo aumento de dificuldade deles nessa disciplina. Assim como muitos estudantes videntes, os estudantes cegos também podem apresentar dificuldades na aprendizagem da Física, pois além dessas dificuldades que os videntes têm, os estudantes cegos estão sujeitos as dificuldades provenientes da falta de acessibilidade das aulas.

A predominância ao sentido da visão poderia ser um obstáculo para os estudantes cegos nas aulas de física. Privados desse sentido, esses estudantes podem acompanhar as aulas, na maioria das vezes, apenas pela audição, o que pode não ser suficiente e isso os coloca em situação de desvantagem. Sevilla et al. (1991), discutem que os estudantes com deficiência visual enfrentam muitas dificuldades quando inseridos no ensino regular porque o aprendizado de Física está relacionado ao uso de quadro, slides, filmes, diagramas, e outros recursos visuais. Obviamente esse não é um problema exclusivo da disciplina de Física, mas de todo o ambiente escolar que depende muito da visão, fazendo assim com que estudantes cegos experienciem problemas durante a experiência escolar (KUMAR, 2001).

Ainda nessa discussão da dependência do sentido da visão, pode-se citar fenômenos que são dependentes da visão como é o caso da cor, da luz. Essas informações são recebidas pela visão. A respeito da ação pedagógica do professor, expressões que remetem à visão também pode ser um obstáculo para o aprendizado de estudantes cegos em aula de física, como é o caso dos pronomes como “este”, “essa”, “aquilo”, assim como o uso exacerbado de equações também pode ser um empecilho,

visto que a linguagem matemática em braile é complexa e pode-se tornar complicada de ser transcrita.

Outro problema que pode ser identificado nas aulas são os desenhos bidimensionais representados durante a aula de Física que são na verdade usados para representar situações em três dimensões, que além de ser algo fundamentalmente visual as pessoas cegas apresentam muitas dificuldades em compreender a terceira dimensão (SEVILLA et al. 1991, p. 227). Um exemplo desse tipo de ilustração é o desenho de um cubo como o representado na figura 3⁷, que é um exemplo de uma imagem tridimensional com aspecto bidimensional.

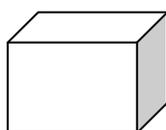
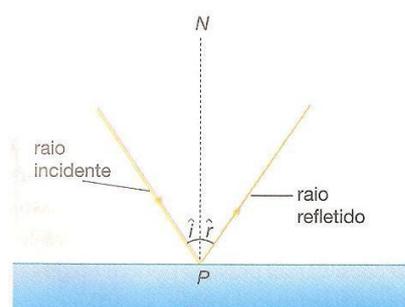


Figura 3 - Representação de um cubo.

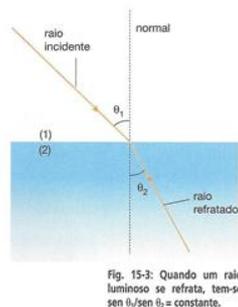
A respeito das pessoas videntes a tridimensionalidade é algo percebido por eles quase que espontaneamente porque “a percepção visual permite abstrair da experiência os elementos essenciais do objeto e operar com estes no ato de representação mental” (NUERNBERG, 2010 137). Assim, a pessoa que enxerga possui uma quantidade de informações obtidas através de experiências visuais acumuladas ao longo da vida que a ajudam a perceber as informações em uma imagem, neste caso a tridimensionalidade. Entretanto, a pessoa cega, principalmente a congênita, não possui essas informações.

Especificamente na disciplina de Física podemos notar o uso contínuo de modelos que representam fenômenos e situações físicas. Tais modelos são uma ferramenta bastante importante, pois auxilia a explicação do professor e pode contribuir com o aprendizado dos estudantes. Porém, tais modelos são visuais, ou seja, são dependentes do sentido da visão. Na figura 4 podemos acompanhar alguns dessas representações presente em livros didáticos de física.

⁷ Descrição: Na figura 3 é apresentado um cubo em três dimensões.



Fonte: MAXIMO & ALVARENGA, 2005a



Fonte: MAXIMO & ALVARENGA, 2005a.

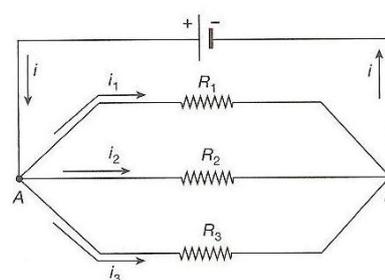


Fig. 20-25: Resistências associadas em paralelo.

Fonte: MAXIMO & ALVARENGA, 2005b.

Figura 4 – Representações de modelos físicos presentes em livros didáticos de física. a) Representação da reflexão da luz em uma superfície plana. b) Representação da refração da luz ao passar de um meio para outro. a) Representação de resistores associados em paralelo.

Tais representações podem ajudar na compreensão dos conceitos e fenômenos físicos, porém como já discutido são predominantemente visuais e entendemos que haja uma complexidade em explicar representações como as apresentadas na figura 4 apenas verbalmente. Mais complexa ainda seria a construção mental dessa representação pelo aluno cego.

Um recurso que também é usado por professores é o livro didático e que devido a sua quantidade de informações visuais também não favorece o aprendizado de estudantes cegos. Esses livros são repletos de imagens visuais que fazem referência a um determinado fenômeno físico, e tais imagens servem como um auxílio para o processo de compreensão do fenômeno físico representado por tal imagem. Existe um consenso entre vários autores de que o uso de imagens visuais desempenha um papel importante no processo de ensino-aprendizagem (SILVA, et al., 2006). A questão é que muitos fenômenos estudados nas aulas de Física são e, possivelmente sempre serão ausentes de modo concreto aos alunos, estes apenas terão acesso através de imagens visuais.

As imagens visuais têm uma função pedagógica bastante importante porque desde o início da alfabetização elas são usadas para que as crianças façam referência entre o objeto representado e a palavra que o representa. Nos livros didáticos as imagens visuais sempre são colocadas com a intenção de complementar um determinado texto.

Seria uma atividade bastante complexa ensinar Física sem o uso de imagens visuais, pois apenas verbalmente seria uma tarefa árdua aos professores e levaria tempo para que os alunos pudessem assimilar o conteúdo. Assim, uma das grandes vantagens do uso de imagens visuais no ensino de Física é um modo de tornar possível ‘visualizar’ um fenômeno que se encontra ausente de forma concreta. Como ressaltam Silva et al. (2006, p. 220), “em Ciências as imagens desempenham, sim, um importante papel na visualização do que se está querendo explicar”. E pode-se notar que a conceitualização de um fenômeno é muitas vezes ligada a uma imagem, ou seja, “a compreensão de conceitos e fenômenos pode ser, em muitos casos, potencializada pelos aspectos atribuídos às imagens e às idéias que estas podem comunicar” (ibid, p. 220).

Aumont (1993, p. 82), aponta que “reconhecer alguma coisa como imagem é identificar, pelo menos em parte, o que nela é visto com alguma coisa que se vê ou se pode ver no real”, em outras palavras podemos dizer que a imagem visual é na maioria das vezes uma reprodução daquilo que já existe, ou como nas palavras de Chauí (1997):

Apesar de irreal e, **justamente por ser irreal**, a imagem é dotada de um poder especial: torna presente ou presentifica algo ausente, seja porque esse algo existe e não se encontra onde estamos, seja porque é inexistente. (CHAUI, 1997, p. 168, grifo meu).

Podemos pensar também que imagem é o resultado de um aparelho visual reagindo a um determinado objeto que pode ser percebido visualmente (DUARTE, 2011) e para isso esse aparelho visual deve estar funcionando perfeitamente, ou seja, todos os instrumentos (retina, córnea, pupila, cones e bastonetes, etc.) necessários para esse processo devem estar saudáveis.

Na Física e Matemática, geralmente, a imagem visual é uma visualização de equações e fenômenos (SICARD, 2000). O uso de imagens visuais é um facilitador em aulas cujo conhecimento, muitas vezes, é abstrato ou inacessível. O elétron é um exemplo de algo “invisível” e inacessível, porém através de equipamentos adequados é possível captar imagens de seu comportamento diante de determinadas circunstâncias e dessa forma perceber sua existência. O sistema solar também é um exemplo que mostra a importância das imagens captadas por satélites que hoje permitem conhecer a disposição dos planetas no sistema solar. Sicard (2000) ressalta que “seria bem difícil

imaginar o que seria atualmente a astronomia, a biologia, a arqueologia, a medicina, sem imagens” (SICARD, 2000, p. 33).

Baseado no apresentado até aqui, pode-se pensar que os estudantes cegos não aprendem física, embora o aprendizado de Física não seja inatingível para eles devido a ausência da visão. Como ressaltam Sevilla et al. (1991), diante das dificuldades que se apresentam não podemos concluir que alunos cegos não podem estudar Física. Eles podem sim, porém há necessidade de métodos de ensino auxiliares e adaptados às suas capacidades próprias de percepção, uma vez que existem diversos fenômenos físicos que até mesmo os videntes não podem enxergar.

Como apontam Dominici et al. (2008) “todos nós somos predominantemente cegos para a Astronomia” e nem por isso a Astronomia, deixa de ser compreendida, pois os cientistas desenvolvem meios alternativos para compreender tais fenômenos físicos, ou seja, “os cientistas buscam “criar olhos” a fim de enxergar as informações que a princípio não estão acessíveis” (DOMINICI et al. p. 1, 2008, grifo do autor). Pode-se ilustrar esse fato da seguinte forma: Ao se olhar para o céu pode-se enxergar o planeta Saturno como um ponto iluminado (Figura 5-a), sem perceber suas formas. Porém através de meios adequados, como o telescópio (Figura 5-b) tem-se acesso à imagem desse planeta (Figura 5-c) como ele é realmente.

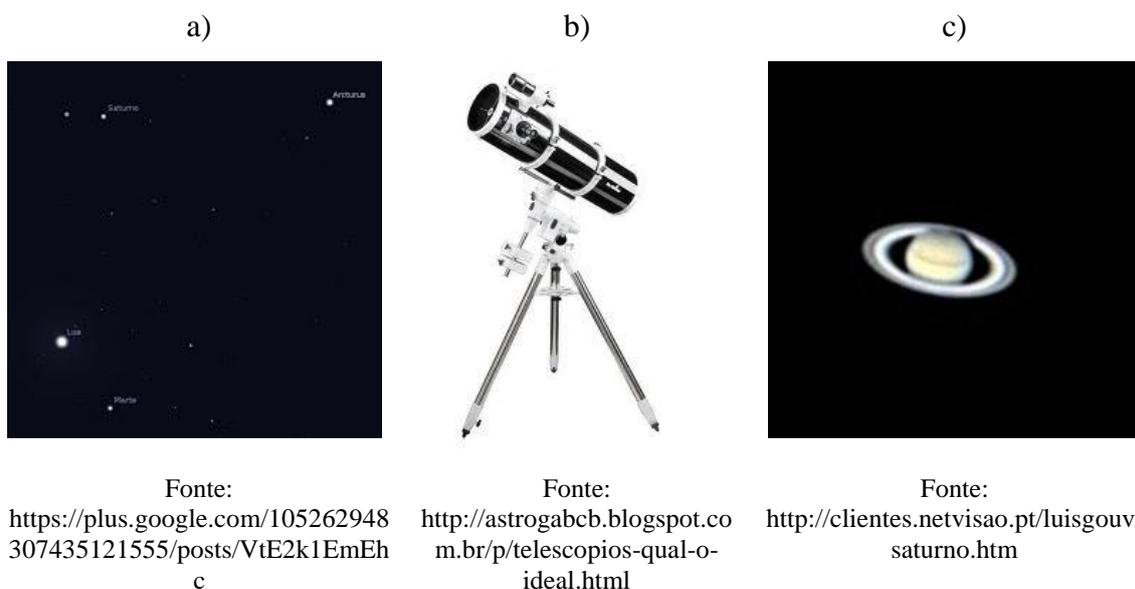


Figura 5 – Fotos do planeta Saturno visto a olho nu, foto de um telescópio e foto de Saturno visto com um telescópio. a) Saturno visto a olho nu. b) Telescópio. c) Saturno visto com um telescópio.

Esse exemplo mostra que todos são privados de certas informações, porém existem meios que nos auxiliam a obter essas informações por outras vias. Essa é a ideia para o ensino de física para cegos, ou seja, é necessário oferecer meios alternativos pelos quais eles possam ter acesso as informações indisponíveis visualmente. Um exemplo disso são os materiais didáticos confeccionados ou adaptados para auxiliar no aprendizado de estudantes com deficiências, buscando explorar os sentidos remanescentes.

3.2 MATERIAIS DIDÁTICOS E DEFICIÊNCIA VISUAL

Desde muito tempo o homem teve a necessidade de adaptar a natureza as suas necessidades de forma a garantir sua existência. Essa adaptação da natureza diz respeito à construção e adaptação de ferramentas e instrumentos utilizados pelo homem no seu desenvolvimento. O desenvolvimento de tais instrumentos também buscou atender às necessidades de pessoas com deficiências. Através de escavações foram descobertos instrumentos desenvolvidos por diferentes povos, como na Grécia antiga onde houve a preocupação em desenvolver materiais que atendessem as necessidades relacionadas à deficiência das pessoas (AMARAL-LAUAND & MENDES, 2008).

Entre muitos utensílios e artefatos encontrados e mencionados estão bengalas e muletas de madeira, chifres de animais utilizados por indivíduos com déficits auditivos, membros artificiais rudimentares, confeccionados para substituir uma mão ou perna perdida provavelmente em batalha e lentes ópticas utilizadas pelos chineses (p. 392).

No contexto educacional dá-se ênfase aos recursos didáticos (ou materiais didáticos), que entende-se serem mediadores entre indivíduos com deficiência e a execução de atividades do contexto escolar. Para Manzini a definição de recurso é um, “*estímulo concreto que possa ser manipulável*” (BRASIL, 2009, p. 8, grifo do autor). E ainda segundo o autor “esse estímulo deverá ter uma finalidade”. A temática do presente estudo engloba os recursos cujo estímulo é atribuído a finalidade pedagógica/didática, ou seja, recursos e materiais usados no contexto educacional com o intuito de ensinar. Com sentido semelhante ao definido acima tem-se a definição de Cerqueira & Ferreira (1996, p. 1) para recursos didáticos:

(...) são todos os recursos físicos, utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades, sejam quais forem as técnicas ou métodos empregados, visando auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente, constituindo-se num meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo ensino-aprendizagem.

Cerqueira & Ferreira (1996) consideram que os recursos didáticos são imprescindíveis na educação de estudantes com deficiência visual, dado que o acesso ao ambiente escolar para essas pessoas é dificultado em função da falta de estrutura da escola.

O uso de recursos didáticos para cegos, ou deficientes visuais no geral, é ferramenta importante para o processo de ensino aprendizagem. Cerqueira & Ferreira (1996) apontam algumas questões que comprovam essa afirmação. Uma delas é a dificuldade de contato com o ambiente físico que principalmente o cego possui que pode ser amenizada com o uso de recursos apropriados. A aprendizagem de estudantes com deficiência visual também pode ser comprometida pela insuficiência de materiais adequados, que segundo os autores podem levar a um simples verbalismo desvinculado da realidade, porque na ausência da visão é comum o uso da fala para transmitir informações aos cegos, como por exemplo, imagens com muitos detalhes, fórmulas matemáticas, etc. Os autores ainda apontam a vinculação entre formação de conceitos e contato com as coisas do mundo, nesse ponto como fica a formação de conceitos nos cegos? Os recursos didáticos podem ainda servir como motivação para aprendizagem de crianças com deficiência visual, sabendo que essa é uma necessidade importante devido ao impedimento visual. Partindo do pressuposto que a aquisição de informações está vinculada aos nossos sentidos, devido ao comprometimento visual de estudantes com deficiência visual ou cegos as informações adquiridas do mundo externo podem possuir lacunas, mas que podem ser preenchidas com o uso de recursos didáticos. E por fim os autores apontam uma questão importante, que é a habilidade tátil que pode ser desenvolvida com o uso de recursos didáticos, visto que estes podem facilitar a discriminação tátil e suscitar a realização de movimentos delicados com os dedos.

Existem alguns critérios importantes que devem ser levados em consideração na seleção, adaptação ou elaboração de recursos didáticos para estudantes com deficiência visual (CERQUEIRA & FERREIRA, 1996).

Um desses critérios é o **tamanho** do recurso, que deve respeitar as condições dos alunos. Recursos muito pequenos não ressaltam os detalhes das partes componentes e ainda podem ser fáceis de perder. Recursos muito grandes podem prejudicar a apreensão da totalidade, ou seja, a visão geral do que é representado com o recurso pode ser comprometido devido a exageros no tamanho.

Outra questão importante é o **significado tátil** do recurso, pois o relevo é muito importante visto que é um meio usado para apreensão de informações por cegos. Além de possuir um relevo de fácil percepção o recurso deve possuir diferentes texturas para destacar e diferenciar as partes componentes, nesse sentido contrastes como liso/áspero, fino/espesso, permitem distinções adequadas.

É importante levar em consideração também a **aceitação** do recurso didático, no sentido de não provocar rejeição no manuseio, principalmente não ferir ou irritar a pele provocando reações de desprazer do aluno ao usar o recurso, ou seja, o mesmo deve apresentar **segurança** não oferecendo perigo para os estudantes que o usarem.

Principalmente para o estudante com baixa visão, o recurso didático deve proporcionar uma **estimulação visual**, através de cores fortes e contrastantes na busca de estimular a visão funcional do aluno.

A **fidelidade** na representação também é um critério relevante, visto que é importante uma representação tão exata quanto possível do modelo original.

É importante levar em consideração na confecção dos recursos, a simplicidade e **facilidade de manuseio**, para que haja praticidade no uso do recurso pelo aluno.

Finalmente um último critério também muito importante é a resistência do recurso didático, estes devem ser confeccionados com materiais duráveis, que não estraguem com facilidade, considerando que seu uso é bastante frequente pelos estudantes.

É possível encontrar alguns recursos didáticos que já são oficialmente usados em sala de aula para estudantes cegos ou com baixa visão.

Para trabalhar cálculos e operações matemáticas existe o Sorobã, o qual adaptado para alunos cegos possui cinco contas por eixo e borracha compressora para deixar as contas fixas, permitindo a leitura tátil (BRUNO, 2006).

Outros recursos interessantes são os leitores de tela de computador, pois nos dias de hoje esse instrumento se tornou numa excelente ferramenta pedagógica. O DOSVOX e o *Virtual Vision* são programas nacionais, mas existem também os importados como o *Window Bridge* e *Jaws* (BRUNO, 2006).

No caso específico da disciplina de Física, identifica-se vários modelos físicos que culturalmente dependem do sentido da visão, visto que são representados através de imagens visuais. Dessa forma entende-se que os estudantes com cegueira podem enfrentar grandes obstáculos durante o estudo de tal ciência. Dessa forma vê-se nos recursos didáticos meios capazes de contribuir muito com o ensino de Física para estudantes com cegueira.

Camargo (2007, p. 30) afirma que “é preciso criar ou adaptar equipamentos que emitam sons ou possam ser tocados e manipulados. Isto é necessário para que o aluno consiga observar o fenômeno físico a ser estudado”. Este princípio deve ser levado em consideração quando se pensa em construir um recurso didático para alunos com cegueira.

Um levantamento em periódicos nacionais com o intuito de verificar quantitativamente as publicações que abordam o desenvolvimento de materiais didáticos destinados a estudantes com deficiência visual é apresentado na seção a seguir.

3.3 UMA BREVE REVISÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE RECURSOS DIDÁTICOS DE FÍSICA PARA CEGOS

Tendo em vista a finalidade do presente estudo, foi realizado primeiramente um levantamento de publicações em periódicos da área de ensino de Física e Ciências, com o intuito de verificar como andam as publicações sobre produção de materiais didáticos para o ensino de Física para estudantes com deficiência visual. Vale destacar que o intuito não foi de avaliar e nem descrever os tipos de materiais, apenas realizar o levantamento quantitativo.

A busca foi realizada nas páginas eletrônicas (sites) de cada um dos seguintes periódicos nacionais: “Ciência & Educação”, “Investigações em Ensino de Ciências”, “Caderno Brasileiro de Ensino de Física”, “Revista Brasileira de Ensino de Física”, “Revista Ensaio”, “Ciência & Ensino”, “Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)”, “A Física na escola” e “Acta Scientiae”.

O período estabelecido da pesquisa foi do ano de 2000 até a última publicação disponível em 2012 no mês de maio. Porém esse período não foi comum a todos os periódicos, visto que alguns ainda não possuíam publicações disponíveis em 2000 e outros enceraram suas publicações antes de 2012.

Pode-se acompanhar na Tabela 2 a relação dos periódicos consultados durante o período de tempo adotado na pesquisa (2000-2012), o total de publicações de cada revista e a quantidade de publicações que abordam a temática “materiais didáticos para ensinar Física a deficientes visuais”. Os descritores usados para a busca foram: deficiência visual; baixa visão; cegueira e inclusão, foram encontrados 10 artigos que abordam a temática em questão (coluna 4), entre 2.325 publicados dos nove periódicos.

É evidente que as publicações que abordam a temática investigada correspondem a uma parcela mínima do total de produções do total de produções dos periódicos. Na coluna cinco da tabela 3 pode-se verificar que as publicações com a temática pesquisada correspondem a 0,4% do número total de publicações.

Esses valores comprovam que a pesquisa destinada ao ensino de Física a estudantes com deficiência visual ainda é muito discreta no país. Tais pesquisas além de ampliarem as discussões sobre o tema, podem também contribuir com o trabalho do professor em sala de aula, pois estes podem usar essas sugestões desenvolvidas em sala de aula com estudantes deficientes visuais.

Tabela 2 - Número total de artigos encontrados nos periódicos consultados.

Periódicos consultados	Período consultado	Total de publicações	Materiais didáticos	% do total
Ciência & Educação	2001* a 2012	292	0	0
Investigações em Ensino de Ciências	2000 a 2012	169	1	0,6%
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2000 a 2012	323	0	0
Revista Brasileira de Ensino de Física	2000 a 2012	741	2	0,3%
Revista Ensaio	2000 a 2012	165	1	0,6%
Ciência & Ensino	2000 a 2008**	71	0	0
RBPEC	2001* a 2010	190	1	0,5%
A Física na escola	2000 a 2012	275	3	1,1%
Acta Scientiae	2005*** a 2012	99	2	2,0%
Total		2.325	10	0,4%

* Ano da primeira publicação.

** Última publicação em 2008.

*** Data em que a revista passou a publicar artigos exclusivos da área de Ensino de Ciências e Matemática.

Um fato interessante de ressaltar é que apesar de definido o ano inicial de busca como o ano 2000, as publicações são bastante recentes, por exemplo, o primeiro artigo encontrado foi publicado no ano de 2006.

Uma vez identificados os artigos, eles foram analisados e classificados em função dos recursos didáticos apresentados nos artigos segundo temáticas centrais da Física, que pode ser acompanhado na tabela 3.

Segundo a tabela 3 podemos notar que dos 10 artigos encontrados, a maioria contempla a temática **Mecânica**, e correspondendo a 40% do total das publicações analisadas. Em segundo lugar encontra-se a temática óptica com 20% do total de publicações. Notamos que outras temáticas importantes que pertencem ao currículo de Física do ensino médio como, por exemplo, Ondulatória, Termodinâmica e Magnetismo, não foram alvos de estudos sobre o ensino de física a estudantes com deficiência visual. Portanto é visível que além de serem poucas propostas apresentadas na literatura, percebemos que as encontradas contemplam poucos assuntos dentro das temáticas centrais da Física.

Tabela 3 - Publicações de acordo com temáticas centrais da Física.

Temáticas centrais	nº de publicações encontradas
Mecânica	4
Óptica	2
Ondulatória	0
Termodinâmica	0
Astronomia	1
Física Moderna	1
Elettricidade	1
Magnetismo	0
Eletromagnetismo	1

Embora não fosse nosso objetivo, notamos que das publicações analisadas os materiais didáticos propostos podem ser confeccionados com materiais simples e de baixo custo, dessa forma podem ser reproduzidos em sala de aula pelos professores de Física do ensino, mesmo que talvez isso requeira mais tempo de planejamento prévio do que o usual.

Assim, considerando as dificuldades com o ensino da Física para estudantes cegos e a baixa produção acadêmica sobre o desenvolvimento de recursos pedagógicos para favorecer a aprendizagem desses alunos, o presente estudo foi proposto com o intuito de contribuir para minimizar esse problema.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

O estudo em questão pode ser caracterizado como uma pesquisa qualitativa exploratória. Segundo Sampieri et al. (2006, p. 99) “*realizam-se estudos exploratórios, normalmente quando o objetivo é examinar um tema ou problema de pesquisa pouco estudado, do qual se tem muitas dúvidas ou não foi abordado antes*” (Grifos do autor). O tema de estudo é uma temática ainda pouco explorada, como já discutido anteriormente, e pode-se notar em algumas pesquisas já desenvolvidas mas certas lacunas persistem e tornam essa pesquisa relevante.

As etapas metodológicas foram baseadas no processo de desenvolvimento das ajudas técnicas. Ou de recurso de tecnologia assistiva, indicado por Manzini (BRASIL, 2009).

4.1 PARTICIPANTES E LOCAL

O estudo envolveu participantes apenas na última etapa da pesquisa (Etapa 6) a qual correspondia a avaliação da funcionalidade do Kit. Esta etapa foi desenvolvida em uma sala de recursos para estudantes com deficiência visual de uma escola estadual de São Carlos/SP.

Participaram desta etapa da pesquisa um estudante cego que será chamado pelo nome fictício de Tiago e três professores licenciados em Física, cujos nomes fictícios atribuídos foram: Eduardo, Jean e Daniel. A seguir descreveremos brevemente cada um desses participantes.

Tiago: 19 anos. 3º ano do ensino médio. Nasceu de cinco meses e meio, sua retina ainda não estava formada, ficou na incubadora sem o tampão no olho e acabou queimando o olho. Sempre estudou em escola regular.

Eduardo: 26 anos. Licenciado em Física. Nunca participou de algum curso com a temática deficiência visual. Nunca ministrou aula para estudantes cegos, mas já teve a experiência de ministrar aulas particulares para um estudante surdo.

Jean: 32 anos. Licenciatura em ciências exatas com ênfase em Física. Atualmente leciona para dois estudantes cegos no ensino regular.

Daniel: 26 anos. Licenciado em Física. Teve uma experiência com um estudante com deficiência visual.

4.2 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Antes de ser iniciada a etapa da pesquisa envolvendo esses participantes, a proposta foi submetida à apreciação do comitê de ética em pesquisas com seres humanos da UFSCar, e somente após a aprovação (Parecer nº 026/2012) foi iniciada a fase de coleta de dados.

Foi realizado um levantamento de estudantes cegos matriculados no ensino regular de São Carlos. Para isso foi consultado na Diretoria de Ensino de São Carlos o Quadro Diagnóstico de Educação Especial, que fornece a informação de matrículas de alunos com deficiência matriculados no ensino regular. Através desse levantamento foi possível identificar apenas dois estudantes cegos que no ano de 2011 encontravam-se matriculados no segundo ano do ensino médio de uma escola estadual de São Carlos. Tais estudantes frequentavam uma sala de recursos para estudantes com deficiência visual. Uma visita a essa sala de recursos foi feita para conversar com esses estudantes e convidá-los para participarem da pesquisa. Com a anuência de um dos estudantes Tiago, foi assinado o termo de consentimento livre e esclarecido, no qual se encontravam detalhados os objetivos da pesquisa e os passos que seriam seguidos.

A princípio o intuito era desenvolver uma entrevista com cinco estudantes cegos, para que eles pudessem avaliar a funcionalidade do kit. Porém o número de alunos cegos no sistema educacional do município era muito reduzido e pensou-se também que os professores deveriam participar para usar e avaliar o kit durante a aula de Física. Dessa foram selecionados os três professores de Física, priorizando na escolha aqueles que estivessem lecionando ou já tivessem tido experiência no ensino médio. O termo de consentimento livre e esclarecido também foi entregue para ciência e assinatura dos professores.

4.3 MATERIAIS

Durante todas as etapas alguns materiais foram necessários: escâner, filmadora, gravador de voz. Além dos materiais necessários para a confecção do kit didático.

4.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Foi desenvolvido um roteiro de entrevista semiestruturada que foi aplicada a todos os participantes. Essa entrevista foi realizada com os professores ao término de suas aulas e com o aluno no fim das três aulas. O intuito com essa entrevista foi de verificar a opinião dos participantes com relação à funcionalidade, questões como peso, qualidade tátil das peças, entre outras nesse sentido foram abordadas.

4.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi planejado segundo o processo de desenvolvimento de ajudas técnicas desenvolvida por Manzini (BRASIL, 2009) que recomenda as seguintes etapas: entender a situação, gerar ideias, escolher a alternativa viável, representar a ideia, construir o objeto e avaliar o uso. A seguir essas etapas serão mais detalhadas.

Etapa 1- Entender a situação

Essa foi a primeira fase que envolveu um momento de conhecer a cegueira, através de um estudo bibliográfico. Foi realizada uma pesquisa em livros e trabalhos desenvolvidos sobre o ensino para estudantes cegos. Esse momento foi importante para conhecer as especificidades do ensino de pessoas cegas.

Etapa 2 – Gerar ideias

Nessa etapa foi realizado um levantamento das ilustrações dos fenômenos físicos presente em livros didáticos de Física do ensino médio. Esse levantamento foi importante para analisar mais precisamente as ilustrações e para posteriormente poder precisar as formas necessárias das peças que comporiam o kit.

Capítulo 4 – Percurso Metodológico

Foram selecionados cinco livros didáticos de Física (GASPAR, 2005; MÁXIMO & ALVARENGA, 1997; MÁXIMO & ALVARENGA, 2005a; MÁXIMO & ALVARENGA, 2005b; MÁXIMO & ALVARENGA, 2005c). As ilustrações foram selecionadas, escaneadas e armazenadas em um *pen driver*. Foi levado em consideração ilustrações das diversas áreas de Física presente no currículo do ensino médio, sendo estes: Mecânica; Calor e Termodinâmica; Eletricidade e Magnetismo; Movimento Ondulatório e Óptica. Nesse período de seleção das ilustrações foi levado em consideração àquelas que se melhor se adequavam ao kit, e os critérios de seleção das ilustrações foram as ilustrações sem muitos detalhes, e que fossem bidimensionais.

Etapa 3 – Escolher a alternativa viável

Essa etapa consistiu em um levantamento dos materiais necessários para a confecção do material que se pretendia desenvolver, admitindo como critérios de confecção a portabilidade, versatilidade e durabilidade. Definiu-se que seria feito um objeto de metal que envolvesse imantação e esse levantamento compreendeu uma pesquisa pelo metal que melhor se imantasse e que fosse durável e também as peças necessárias que acompanhariam o kit.

Etapa 4 – Representar a ideia

Nessa etapa foram planejadas as dimensões da placa que seria imantada, levando em consideração a portabilidade. Foi realizado ainda, a partir das ilustrações coletadas os primeiros projetos dos tamanhos e formatos das peças necessárias para as ilustrações.

Etapa 5 – Construir o objeto:

Com o tamanho e a quantidade de peças definido foi possível desenvolver a primeira versão idealizada do kit didático. Dada à importância do kit, doravante denominado como KitFis optou-se por descrevê-lo com mais detalhes no próximo capítulo.

Etapa 6 – Avaliar o uso

Com o protótipo do KitFis pronto foi possível passar para a fase de avaliação de sua funcionalidade. Nessa etapa foi desenvolvido dois estudos.

O primeiro envolveu a busca por reproduzir o máximo de ilustrações (das selecionadas nos livros didáticos de Física) no KitFis. As possibilidades encontradas são apresentadas no capítulo de resultados.

O segundo estudo compreendeu a participação dos professores e alunos. Foi solicitado aos professores prepararem uma aula de algum tema de Física qualquer para lecionar ao aluno cego tendo o tema da aula ficado a critério dos professores. Os professores foram orientados a escolher um tema já estudado pelo aluno. Durante essa aula o professor teria que usar o KitFis para construir as ilustrações necessárias para o desenvolvimento da aula. O tempo médio solicitado aos professores para o desenvolvimento da aula foi de 40 minutos, mas esse tempo não se manteve fixo para todos os professores. As três aulas foram filmadas. Através das filmagens buscou-se analisar o uso do KitFis durante a aula.

Foram selecionados trechos das aulas em que os professores construíram imagens no KitFis. Esses trechos foram analisados buscando identificar as características funcionais do KitFis. Vale ressaltar que o objetivo não foi verificar aprendizagem do aluno e nem avaliar a aula do professor. O intuito era de identificar a funcionalidade do KitFis durante uma aula de física. Ao final de cada aula foi realizada uma entrevista com os professores e ao final da pesquisa uma com o aluno, com o intuito de levantar a avaliação dos participantes com relação ao uso do KitFis. Os resultados obtidos podem ser acompanhados no capítulo 6 dessa dissertação.

5 DESCRIÇÃO DO KIT DIDÁTICO: O KITFIS

O kit didático desenvolvido foi denominado de **KitFis**. Ele é composto de uma mesa magnética no formato de um retângulo de 20 centímetros de largura, 30 centímetros de comprimento e 4 centímetros de altura. Compõe ainda peças de metal com diferentes formatos e tamanhos para a construção de ilustrações de Física. A figura 6⁸ apresenta uma reprodução da mesa magnética com suas dimensões.

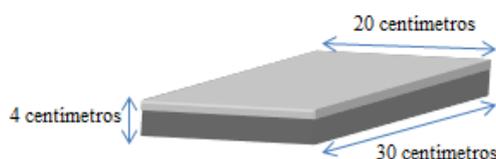


Figura 6 - Ilustração da mesa magnética com suas dimensões.

Além da mesa, o **KitFis** envolve 83 unidades de peças cujos modelos e tamanhos podem ser acompanhados na tabela 4.

Tabela 4 - Peças que compõem o KitFis⁹.

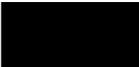
Formato da Peça ¹⁰	Descrição da peça	Tamanho	Quantidade
	Círculo	2 cm de diâmetro	6 unidades
	Triângulo	1,5 cm de cada lado	10 unidades
	Elipse	Eixo menor de 4,5 cm e eixo maior de 8 cm	2 unidades
	Arco	6 cm de largura e 2 cm de largura e 0,5 de espessura	2 unidades

⁸ Descrição: Na figura 6 é representada a mesa magnética que compõe o KitFis, a qual tem o formato de um retângulo de 20 centímetros de largura, 30 centímetros de comprimento e 4 centímetros de altura.

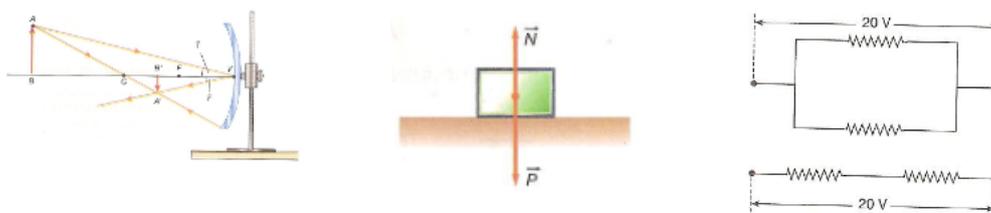
⁹ A altura de todas as peças são iguais correspondendo a 0,3mm

¹⁰ Os tamanhos das peças ilustrados na tabela não correspondem ao tamanho real.

Capítulo 5 – Descrição do Kit Didático KitFis

	Quadrado	0,5 cm de cada lado	20 unidades
	Retângulo	1,5 cm de largura e 2 cm de comprimento	2 unidades
	Retângulo	0,3 cm de largura e 1 cm de comprimento	5 unidades
	Retângulo	0,2 cm de largura e 2 cm de comprimento	2 unidades
	Retângulo	0,3 cm de largura e 2 cm de comprimento	4 unidades
	Retângulo	1 cm de largura e 2 cm de comprimento	10 unidades
	Retângulo	0,3 cm de largura e 1,5 cm de comprimento	2 unidades
	Retângulo	0,3 cm de largura e 3,5 cm de comprimento	2 unidades
	Retângulo	0,3 cm de largura e 4 cm de comprimento	2 unidades
	Retângulo	0,3 cm de largura e 5 cm de comprimento	2 unidades
	Retângulo	1 cm de largura e 5 cm de comprimento	2 unidades
	Retângulo	0,3 cm de largura e 7 cm de comprimento	2 unidades
	Retângulo	1 cm de largura e 8 cm de comprimento	2 unidades
	Retângulo	0,3 cm de largura e 8 cm de comprimento	2 unidades
	Retângulo	0,3 cm de largura e 9 cm de comprimento	2 unidades
	Retângulo	0,5 cm de largura e 12 cm de comprimento	2 unidades
Total			83 unidades

O **KitFis** permite representar tatilmente ilustrações usadas pelos professores de Física durante suas aulas. Vale destacar que o KitFis permite a reprodução tátil de imagens bidimensionais, como as apresentadas na figura 7 (Figura 7¹¹).



(Fonte: MÁXIMO & ALVARENGA, 2006, p.175).

(Fonte: MÁXIMO & ALVARENGA, 2006, p.117).

(Fonte: MÁXIMO & ALVARENGA, 2006, p.153).

Figura 7 - Representações de alguns fenômenos físicos e equipamentos presentes em livros didáticos. a) Formação de imagens em espelhos esféricos. b) Forças atuando em um corpo. c) Resistores.

Ilustrações como estas representadas na Fig. 7, são modelos construídos historicamente para representar determinado fenômeno físico. Os raios de luz representados na Fig. 7 (a) são um modelo usado para representar o comportamento da luz e assim proporcionar a compreensão dos alunos. E são os modelos presente nos livros didáticos de Física que podem ser representado no **KitFis**.

Cerqueira & Ferreira (1996) discutem essa questão apresentando o exemplo da montanha. Os autores ponderam que a melhor maneira de fazer um aluno com deficiência visual compreender o que é montanha é mostrar-lhe esse acidente geográfico, fazer o aluno subir uma montanha não lhe permite uma compreensão efetiva isso porque ele só terá a ideia do caminho percorrido. Os autores pontuam que “o

¹¹ Descrição: Na figura 7 a) é apresentado um espelho côncavo. Um objeto representado por uma seta na vertical é colocada em frente ao espelho. Dois raios de luz provenientes de um ponto situado na região superior do objeto incide no espelho. Um desses raios incide no vértice do espelho e é refletido simetricamente, o outro raio é incidido sobre o centro de curvatura e é refletido sobre ele mesmo. A figura 7 b) representa um corpo de forma retangular apoiado em uma base plana. No meio do corpo passa duas setas na direção vertical e sentidos opostos, essas setas representam a força normal e a força peso. Na figura 7 c) é apresentado dois resistores, um com as resistências em série e outro com as resistências em paralelo.

Capítulo 5 – Descrição do Kit Didático KitFis

formato de uma nuvem, a forma do sol, da lua, só pode ser apreendido pelos alunos através de modelos miniaturizados”.

O uso de modelos e analogias, segundo os autores, pode ajudar na superação de problemas como tamanho de objetos originais, distância em que se encontram e impossibilidade de contato. Problemas estes existentes para deficientes visuais devido à dificuldade de contato com o ambiente.

A seguir apresentaremos os resultados e a discussão dos dados coletados a partir da avaliação do uso do **KitFis**.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo estão apresentados os resultados obtidos nessa pesquisa. Em um primeiro momento (seção 6.1) serão apresentadas algumas possibilidades de ilustrações que podem ser reproduzidas no KitFis. As reproduções criadas foram baseadas nas imagens selecionadas dos livros didáticos na etapa 2, como descrita no percurso metodológico (Capítulo 4).

Como parte ainda desse capítulo serão apresentados na seção 6.2 os resultados referentes as aulas ministradas pelos três professores de Física para o aluno cego.

6.1 POSSIBILIDADES DE REPRODUÇÕES DE IMAGENS DE FÍSICA NO KITFIS.

Tomando como referência cinco livros didáticos de Física do ensino médio (GASPAR, 2005; MÁXIMO & ALVARENGA, 1997; MÁXIMO & ALVARENGA, 2005a; MÁXIMO & ALVARENGA, 2005b; MÁXIMO & ALVARENGA, 2005c) foram selecionadas nesses livros várias ilustrações referentes a fenômenos físicos que também costumam ser desenhadas no quadro pelos professores para complementar as explicações. A partir das ilustrações selecionadas nos cinco livros didáticos, buscou-se reproduzir algumas dessas ilustrações no **KitFis**.

Na sequência de figuras a seguir (figura 8 à figura 26) encontram-se 19 exemplos de ilustrações de livros didáticos e a forma como elas podem ser representadas no **KitFis**.

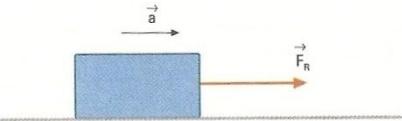
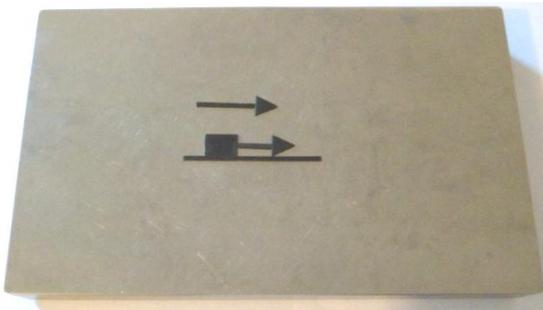
Ilustração 1 do livro didático	Representação no KitFis
 <p data-bbox="252 483 746 533"><i>A aceleração que o corpo adquire tem sempre a mesma direção e sentido da força resultante.</i></p> <p data-bbox="252 555 756 613">GASPAR, A. Física. São Paulo: ática. v. único. 2005</p>	

Figura 8¹² - Força atuando em um corpo.

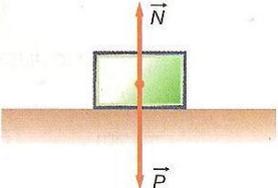
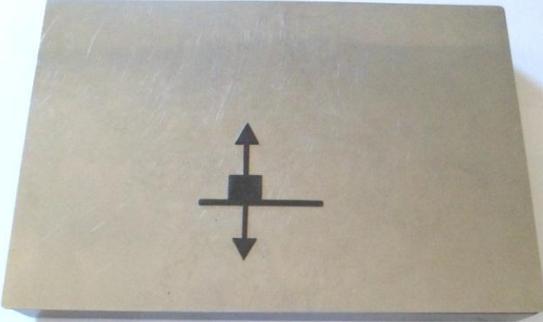
Ilustração 2 do livro didático	Representação no KitFis
 <p data-bbox="357 1146 635 1249">Fig. 4-24: Não havendo tendência de movimento do bloco sobre a superfície, não haverá forças de atrito entre eles.</p> <p data-bbox="252 1272 756 1330">MÁXIMO, A. & ALVARENGA, B. Curso de Física. v. 1. São Paulo: Scipione. 2005.</p>	

Figura 9¹³ - Força normal e força peso atuando em um bloco.

¹² Descrição: Na figura 8 é apresentado um corpo de forma retangular apoiado em uma base plana. No lado direito do corpo sai horizontalmente uma seta que representa a força resultante atuando no corpo. Em cima do corpo tem outra seta, também na direção horizontal, que representa a aceleração. Tanto a seta da força resultante quanto a da aceleração possuem o mesmo sentido.

¹³ Descrição: Na figura 9 há um corpo de forma retangular apoiado em uma base plana. No meio do corpo passam duas setas na direção vertical e sentidos opostos, essas setas representam a força normal e a força peso.

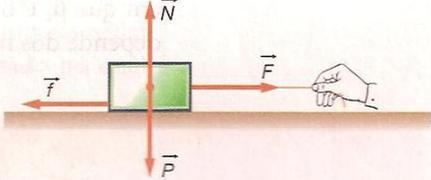
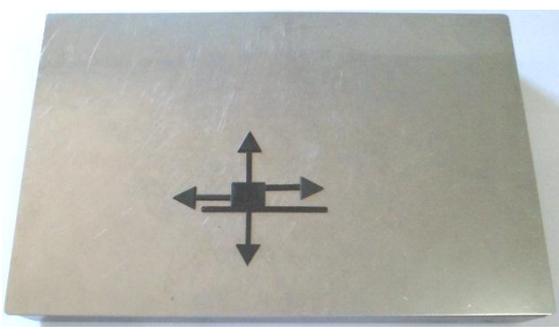
Ilustração 3 do livro didático	Representação no KitFis
 <p>Fig. 4-25: Nesta situação, o bloco continuou em repouso porque a força \vec{F} foi equilibrada pela força de atrito estático \vec{f}.</p> <p>MÁXIMO, A. & ALVARENGA, B. Curso de Física. v. 1. São Paulo: Scipione. 2005.</p>	

Figura 10¹⁴ – Força \vec{F} e força de atrito estático atuando em um bloco.

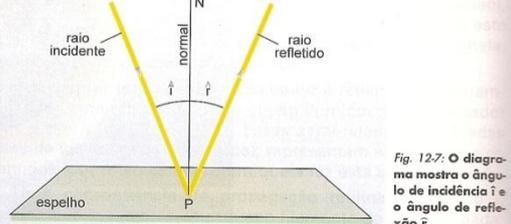
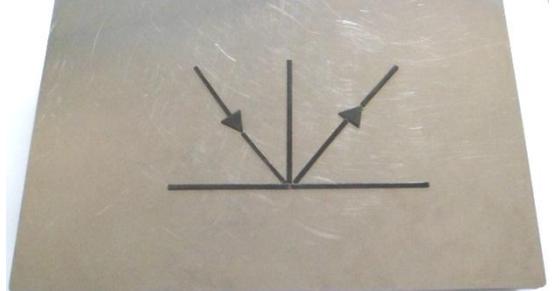
Ilustração 4 do livro didático	Representação no KitFis
 <p>Fig. 12.7: O diagrama mostra o ângulo de incidência i e o ângulo de reflexão r.</p> <p>MÁXIMO, A. & ALVARENGA, B. Física. São Paulo: Scipione, v. único. 1997</p>	

Figura 11¹⁵ - Reflexão em um espelho plano.

¹⁴ Descrição: Na figura 10 é apresentado um corpo de forma retangular apoiado em uma base plana. Quatro setas estão saindo do corpo, duas na direção vertical com sentidos opostos, representando a força normal e a força peso, respectivamente. As outras duas setas estão na direção horizontal uma no lado direito do corpo (representa uma força F) e outra no lado esquerdo (representa uma força f de atrito) no corpo. Na seta horizontal do lado direito do corpo que representa uma força F há uma mão humana que aparenta estar puxando essa seta.

¹⁵ Descrição: Na figura 11 estão apresentadas duas retas que representam dois feixes de luz, uma está incidindo em um espelho e outra está sendo refletida. Juntos esses feixes formam uma letra V, no meio desses feixes passa uma reta que representa a reta normal. Entre o feixe incidente e a reta normal forma um arco que representa o ângulo de incidência. Entre o feixe refletido e a reta normal forma um arco que representa o ângulo de reflexão.

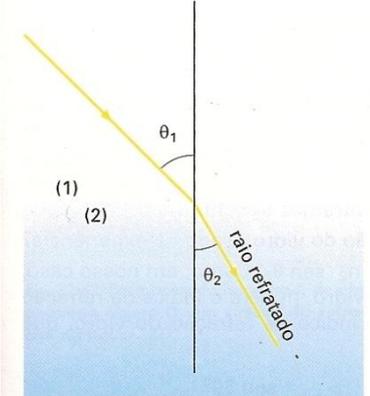
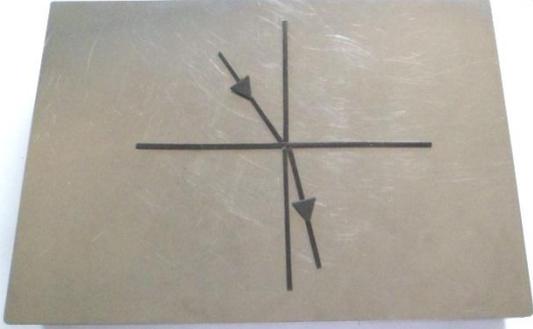
Ilustração 5 do livro didático	Representação no KitFis
 <p data-bbox="336 788 681 853">Fig. 12-39: Quando um raio luminoso se refrata, tem-se $(\sin \theta_1 / \sin \theta_2) = \text{constante}$.</p> <p data-bbox="240 898 762 954">MÁXIMO, A. & ALVARENGA, B. Física. São Paulo: Scipione, v. único. 1997</p>	

Figura 12¹⁶ - Refração da Luz.

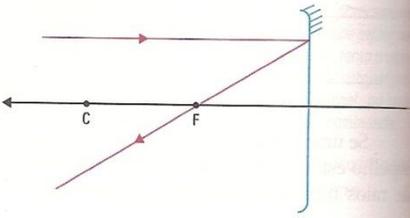
Ilustração 6 do livro didático	Representação no KitFis
<p data-bbox="252 1205 724 1283">III) Todo raio de luz que incide no espelho paralelamente ao seu eixo principal reflete-se passando pelo foco.</p>  <p data-bbox="245 1541 756 1594">GASPAR, A. Física. São Paulo: ática. v. único. 2005</p>	

Figura 13¹⁷ - Feixe de luz incidindo paralelamente ao eixo principal de um espelho côncavo.

¹⁶ Descrição: Na figura 12 estão apresentados dois meios: meio 1, que representa o ar e meio 2, que representa a água. Na direção vertical tem uma reta que representa a reta normal. Passa uma reta transversal (que representa o raio de luz) do meio 1 (raio incidente) para o meio 2 (raio refratado) cruzando a reta normal, no segundo meio essa reta sofre uma aproximação da reta normal. Entre o raio incidente e a reta normal forma um arco que representa o ângulo incidente. E entre o raio refratado e a reta normal forma um arco que representa o ângulo refratado. Isso representa o fenômeno da refração da luz.

¹⁷ Descrição: Na figura 13 é apresentado um espelho côncavo, uma reta horizontal (eixo principal) que atravessa o espelho no meio. No eixo principal há dois pontos distantes entre si, um deles representa o

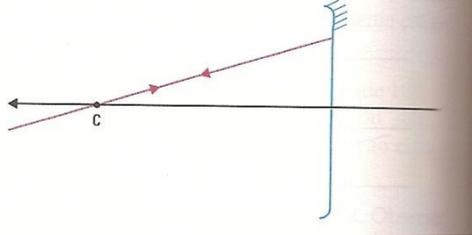
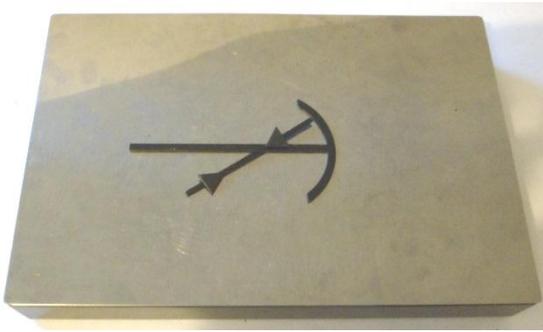
Ilustração 7 do livro didático	Representação no KitFis
<p data-bbox="248 304 756 387">II) Todo raio de luz que incide no espelho passando pelo centro de curvatura C reflete-se na mesma direção.</p>  <p data-bbox="248 658 756 712">GASPAR, A. Física. São Paulo: ática. v. único. 2005</p>	

Figura 14¹⁸ - Feixe de luz incidindo em um espelho côncavo passando pelo centro de curvatura.

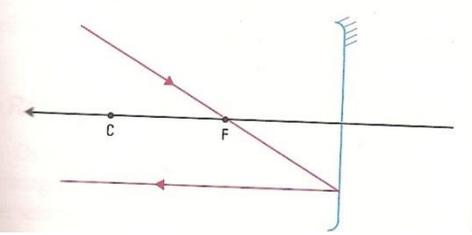
Ilustração 8 do livro didático	Representação no KitFis
<p data-bbox="248 1003 756 1086">IV) Todo raio de luz que incide no espelho passando pelo foco reflete-se paralelamente ao eixo principal.</p>  <p data-bbox="248 1357 756 1411">GASPAR, A. Física. São Paulo: ática. v. único. 2005</p>	

Figura 15¹⁹ - Feixe de luz incidindo no foco de um espelho côncavo refletindo paralelamente ao eixo principal.

centro de curvatura e outro o foco. Uma reta paralela (representa um feixe de luz) ao eixo principal incide no espelho e é refletido passando pelo foco.

¹⁸ Descrição: Na figura 14 é apresentado um espelho côncavo, uma reta horizontal (eixo principal) que atravessa o espelho no meio. No eixo principal há um ponto que representa o centro de curvatura. Uma reta transversal que representa o feixe de luz passa pelo centro de curvatura e incide no espelho, o feixe é refletido voltando pelo centro de curvatura.

¹⁹ Descrição: Na figura 15 é apresentado um espelho côncavo, uma reta horizontal (eixo principal) que atravessa o espelho no meio. No eixo principal há dois pontos distantes entre si, um deles representa o centro de curvatura e outro o foco. Uma reta (representa um feixe de luz) passa inicialmente pelo foco incide do espelho e é refletido saindo paralelamente ao eixo principal.

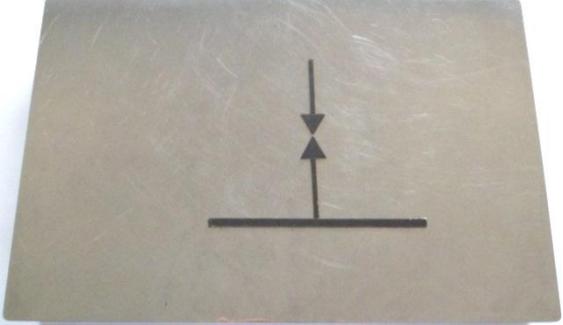
Ilustração 9 do livro didático	Representação no KitFis
 <p>Fig. 12-8: Quando um raio luminoso incide perpendicularmente à superfície refletora, ele é refletido sobre si mesmo.</p>	

Figura 16²⁰ – Feixe de luz incidindo perpendicularmente em uma superfície e refletindo sobre si mesmo.

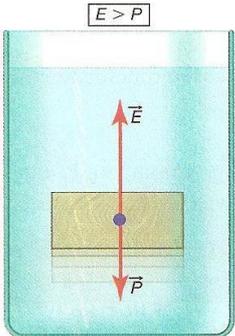
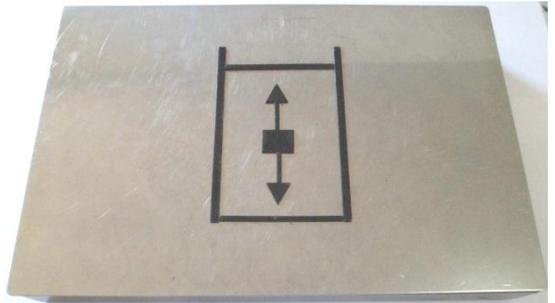
Ilustração 10 do livro didático	Representação no KitFis
 <p>Fig. 7-29: Quando o peso de um corpo é menor do que o empuxo que recebe, ele tende a subir no interior do líquido.</p> <p>MÁXIMO, A. & ALVARENGA, B. Curso de Física. v. 1. São Paulo: Scipione. 2005</p>	

Figura 17²¹ - Força peso e empuxo atuando em um bloco no interior de um líquido.

²⁰ Descrição: Na figura 16 uma reta vertical que representa o feixe de luz incide em um espelho plano (representado por uma base retangular). O feixe de luz é refletido na mesma direção de incidência, mas com sentido oposto.

²¹ Descrição: Na figura 17 é ilustrado um recipiente retangular aberto em sua extremidade superior. Dentro desse recipiente há um líquido. Mergulhado nesse líquido há um bloco retangular, duas forças estão atuando nesse bloco. A força peso representada por uma seta na vertical com sentido para baixo e o empuxo representado por uma seta vertical com sentido para cima.

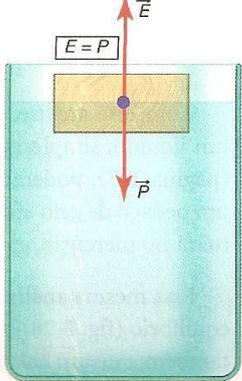
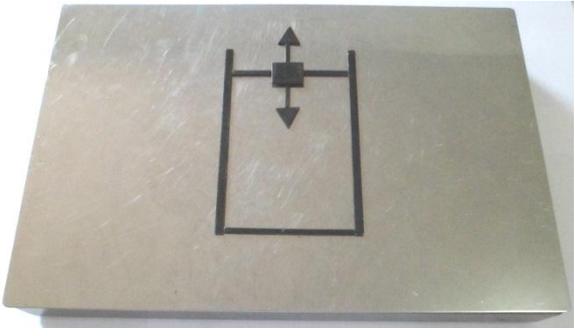
Ilustração 11 do livro didático	Representação no KitFis
 <p data-bbox="491 604 730 743">Fig. 7-30: Sempre que um corpo está flutuando livremente em um líquido, seu peso está sendo equilibrado pelo empuxo que ele recebe do líquido.</p> <p data-bbox="245 779 746 835">MÁXIMO, A. & ALVARENGA, B. Curso de Física. v. 1. São Paulo: Scipione. 2005</p>	

Figura 18²² – Força peso e empuxo atuando em um bloco na superfície de um líquido.

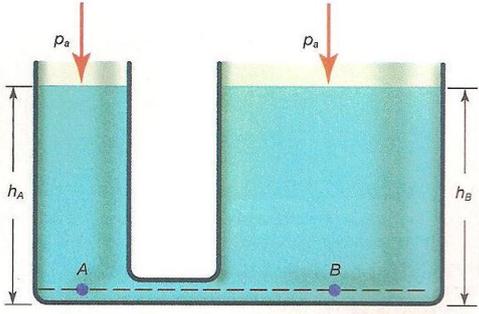
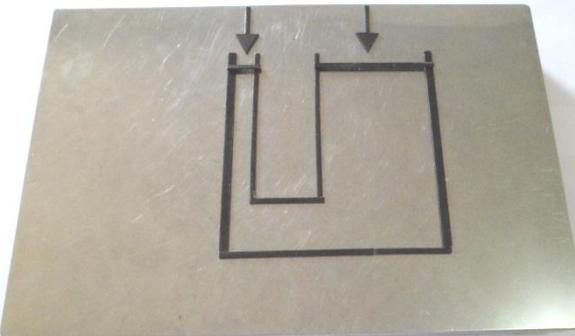
Ilustração 12 do livro didático	Representação no KitFis
 <p data-bbox="245 1339 724 1384">Fig. 7-15: Neste sistema de vasos comunicantes, a pressão no ponto A é igual à pressão no ponto B.</p> <p data-bbox="245 1411 746 1464">MÁXIMO, A. & ALVARENGA, B. Curso de Física. v. 1. São Paulo: Scipione. 2005</p>	

Figura 19²³ – Sistema de vasos comunicantes.

²² Descrição: Na figura 18 é ilustrado um recipiente retangular aberto em sua extremidade superior. Dentro desse recipiente há um líquido. Na superfície desse líquido (boiando) há um bloco retangular, duas forças estão atuando nesse bloco. A força peso representada por uma seta na vertical com sentido para baixo e o empuxo representado por uma seta vertical com sentido para cima.

²³ Descrição: Na figura 19 é ilustrado dois recipientes retangulares abertos em sua extremidade superior dispostos lado a lado. Esses recipientes estão conectados pela parte inferior, formando um sistema de vasos comunicantes. Os recipientes possuem mesma altura, porém diâmetros diferentes. Na abertura superior de cada recipiente há uma seta na direção vertical com sentido para baixo representando a pressão.

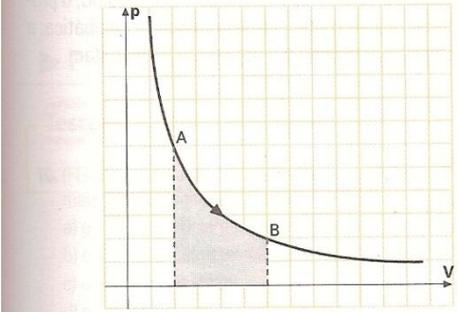
Ilustração 13 do livro didático	Representação no KitFis
 <p data-bbox="245 689 671 712">Gráfico pressão \times volume de uma transformação isotérmica.</p> <p data-bbox="229 741 735 795">GASPAR, A. Física. São Paulo: ática. v. único. 2005.</p>	

Figura 20²⁴ - Gráfico de pressão *versus* volume em uma transformação isotérmica.

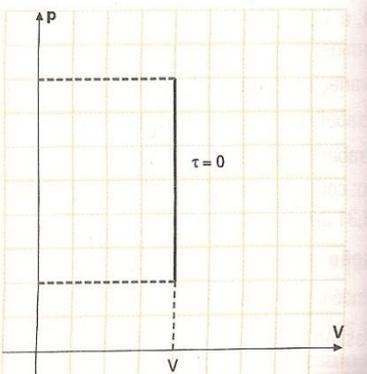
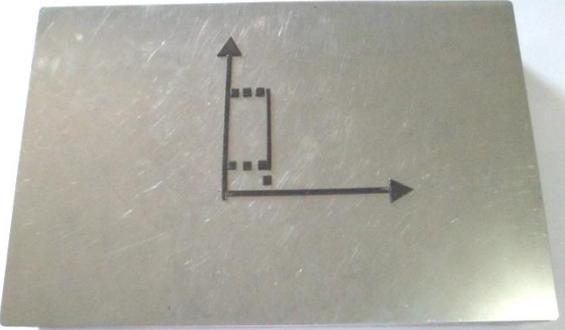
Ilustração 14 do livro didático	Representação no KitFis
 <p data-bbox="261 1368 703 1391">Gráfico pressão \times volume de uma transformação isométrica.</p> <p data-bbox="240 1420 751 1476">GASPAR, A. Física. São Paulo: ática. v. único. 2005.</p>	

Figura 21²⁵ - Gráfico de pressão *versus* volume em uma transformação isométrica.

²⁴ Descrição: Na figura 20 é apresentado um gráfico da pressão pelo volume de uma transformação isotérmica. A pressão encontra-se no eixo das ordenadas e o volume no eixo das abscissas. A pressão diminui conforme o aumento do volume, seguindo o comportamento de uma constante (nRT) sobre o volume $\left(P = \frac{nRT}{V} \right)$.

²⁵ Descrição: Na figura 21 é apresentado um gráfico da pressão pelo volume de uma transformação isométrica (volume constante). A pressão encontra-se no eixo das ordenadas e o volume no eixo das abscissas. O comportamento do gráfico é representado por uma reta vertical paralela ao eixo da pressão.

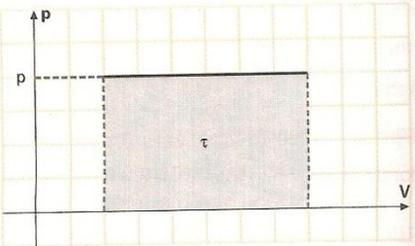
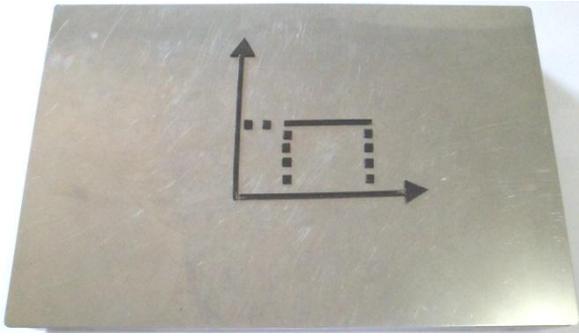
Ilustração 15 do livro didático	Representação no KitFis
 <p data-bbox="229 633 660 663"><i>Gráfico pressão × volume de uma transformação isobárica.</i></p> <p data-bbox="229 719 743 772">GASPAR, A. Física. São Paulo: ática. v. único. 2005.</p>	

Figura 22²⁶ - Gráfico de pressão versus volume em uma transformação isobárica.

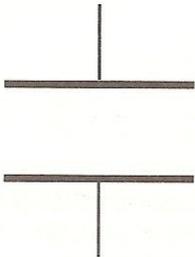
Ilustração 16 do livro didático	Representação no KitFis
 <p data-bbox="368 1301 608 1330"><i>Símbolo gráfico do capacitor.</i></p> <p data-bbox="245 1346 759 1402">GASPAR, A. Física. São Paulo: ática. v. único. 2005.</p>	

Figura 23²⁷ - Representação gráfica de um capacitor.

²⁶ Descrição: Na figura 22 é apresentado um gráfico da pressão pelo volume de uma transformação isobárica (pressão constante). A pressão encontra-se no eixo das ordenadas e o volume no eixo das abscissas. O comportamento do gráfico é representado por uma reta horizontal paralela ao eixo do volume.

²⁷ Descrição: Na figura 23 é apresentado um capacitor. O capacitor é representado por duas retas horizontais paralelas com certa distância entre si, formando uma região interna a essas retas. Na região externa de cada reta horizontal há uma reta vertical conectada no centro de cada reta horizontal.

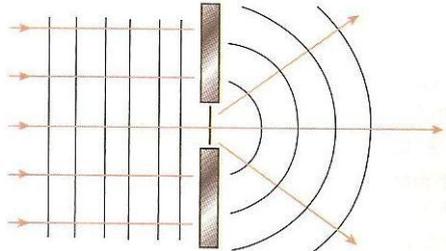
Ilustração 17 do livro didático	Representação no KitFis
 <p data-bbox="284 633 544 685">Fig. 16-21: Difração de uma onda ao atravessar um orifício.</p> <p data-bbox="244 723 743 810">MÁXIMO, A. & ALVARENGA, B. Curso de Física (coleção curso de Física). São Paulo: Scipione. v. 2. 2005.</p>	

Figura 24²⁸ - Difração de uma onda ao atravessar um orifício.

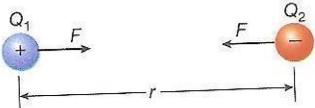
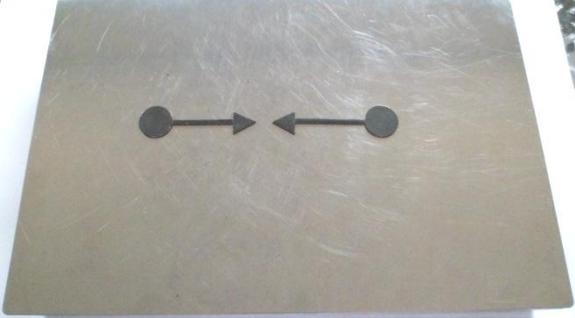
Ilustração 18 do livro didático	Representação no KitFis
 <p data-bbox="392 1137 655 1245">Fig. 17-20: Força de atração entre duas cargas pontuais, de sinais contrários, separadas pela distância r.</p> <p data-bbox="236 1267 754 1321">MAXIMO, A. & ALVARENGA, B. Física. São Paulo: Scipione. v.3. 2005.</p>	

Figura 25²⁹ - Força de atração entre duas cargas pontuais de sinais contrários e separadas por uma distância.

²⁸ Descrição: Na figura 24 é apresentado retas paralelas na direção vertical (que representa ondas). As ondas incidem em um orifício formado pela distancia de duas retas retangulares com certa distância entre si. Após passar por esse orifício essas ondas sofrem o fenômeno de difração que é representado na figura por linhas que tomam a forma de arcos.

²⁹ Descrição: Na figura 25 estão apresentadas duas bolinhas, que representam cargas elétricas pontuais. Uma dessas cargas é positiva (representada por um sinal de mais no centro da carga) e outra é negativa (representada por um sinal de menos no centro na carga). Essas cargas estão separadas por uma distância r . Do centro de cada carga há uma seta representando a força de atração entre essas cargas. Essas setas encontram-se na direção horizontal e sentido oposto.

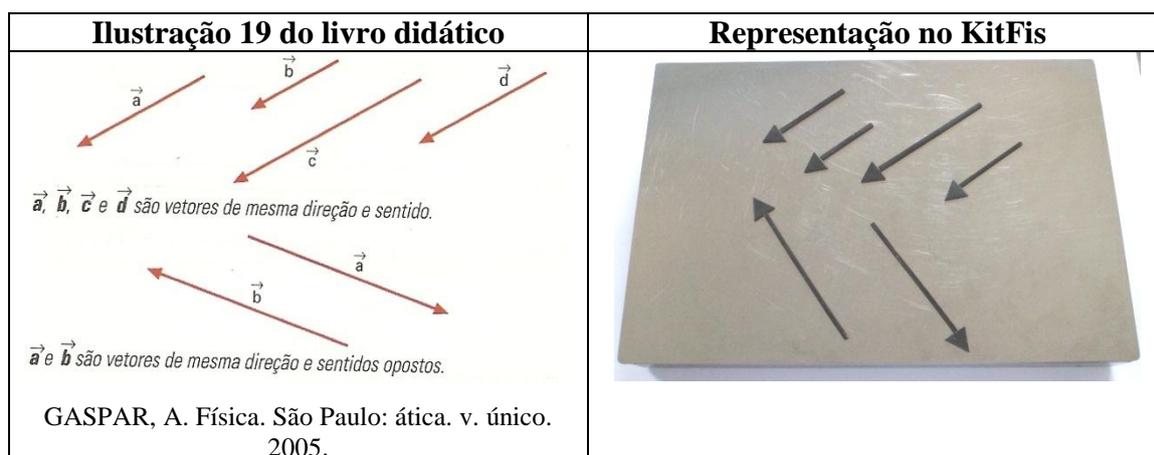


Figura 26³⁰ – Ilustração de vetores com mesma direção e sentidos iguais e diferentes.

Essas 19 ilustrações mostram que o **KitFis** não se restringe a apenas um conteúdo de Física, comprovando a versatilidade do **KitFis** que pode ser usado para trabalhar com vários conteúdos de Física, como por exemplo, formação de imagens em espelhos, eletricidade, tópicos de termodinâmica entre outros.

Durante a seleção das ilustrações nos livros didáticos foram priorizadas aquelas com menos complexidade, bidimensionais e sem muitos detalhes, porque talvez essas sejam características ideais que devem ser levadas em consideração ao produzir ilustrações no **KitFis**. Esse fato também deve ser considerado na produção de material didático tátil para cegos, pois como indicam os estudos, formas simples e planas são perceptíveis tátilmente com mais facilidade do que representações tridimensionais ou em perspectiva (CARDEAL, 2009).

Nessa etapa pode-se identificar um ponto que pode ser aperfeiçoado no **KitFis**, que é a questão das letras utilizadas para representar uma grandeza física, que ainda não podem ser acrescidas para complementar as figuras, como por exemplo, F que representa força, A, B ou C que representam pontos, ângulos (θ), entre outros detalhes. Acrescentar detalhes como estes é um dos desafios em busca do aprimoramento do **KitFis**.

³⁰ Descrição: Na figura 26 são apresentadas seis setas que representam vetores. Quatro vetores são transversais com mesma direção e mesmo sentido. Os outros dois vetores são transversais com sentidos opostos.

6.2 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DO **KitFis** BASEADA NAS AULAS MINISTRADAS PELOS PROFESSORES DE FÍSICA.

Com as filmagens das aulas ministradas pelos professores foi possível verificar a funcionalidade do **KitFis**, baseado em seu manuseio pelos professores foi possível analisar as características que o kit apresenta. Como já mencionado anteriormente participaram dessa pesquisa três professores e cada um ministrou uma aula para o estudante cego participante da pesquisa.

Com o intuito de analisar as características que **KitFis** a seguir serão apresentados trechos de cada aula ministrada pelos três professores. Os trechos foram selecionados para melhor ilustrar a funcionalidade do kit didático e analisar suas principais características com respaldo das filmagens obtidas com a aula de cada professor.

Cada aula será apresentada individualmente, divididas em subseções. A subseção 6.2.1 refere-se à aula ministrada pelo professor Daniel cujo tema é Termodinâmica. A aula ministrada pelo professor Eduardo com o tema “Leis de Newton” será apresentada na subseção 6.2.2. E finalmente a aula de tema “Ótica” ministrada pelo professor Jean terá seu conteúdo apresentado na subseção 6.2.3.

6.2.1 PROFESSOR DANIEL E O ENSINO DA TERMODINÂMICA

O tema da aula ministrada pelo professor Daniel foi termodinâmica. O professor iniciou a aula apresentando alguns conceitos para o aluno como átomos, moléculas. O foco dessa aula foi discutir sobre pressão, volume e temperatura. Durante a aula não foi usado equações apenas discutido os conceitos com o uso de ilustrações construídas no **KitFis**.

A sequência de imagens apresentadas na figura 27 faz parte de um fragmento da aula do professor Daniel. Nessa sequência da aula o professor discute com o aluno sobre o modelo de um átomo. O professor inicia a discussão inserindo na mesa magnética uma peça circular de dois centímetros de diâmetro, que representa o núcleo atômico, “*O átomo é composto por um núcleo que estou representando por essa bolinha*” (Fala do professor Daniel). Ligado à peça circular o professor coloca uma peça

Capítulo 6 – Resultados e Discussões

retangular com dimensões de 0,3 centímetros de largura e 9 centímetros de comprimento. Essa peça simboliza a ligação do elétron com o núcleo, no qual o elétron é representado por uma peça no formato de um quadrado de dimensões de 0,5 centímetros quadrados.



Figura 27 – Representação de um átomo. a) Elétron girando em torno do núcleo. b) Aluno tateando a ilustração representada na figura a.

No próximo fragmento da aula o professor constrói uma ilustração de uma panela de pressão para discutir com o aluno o conceito de pressão. A construção dessa imagem pode ser acompanhada na figura 28.



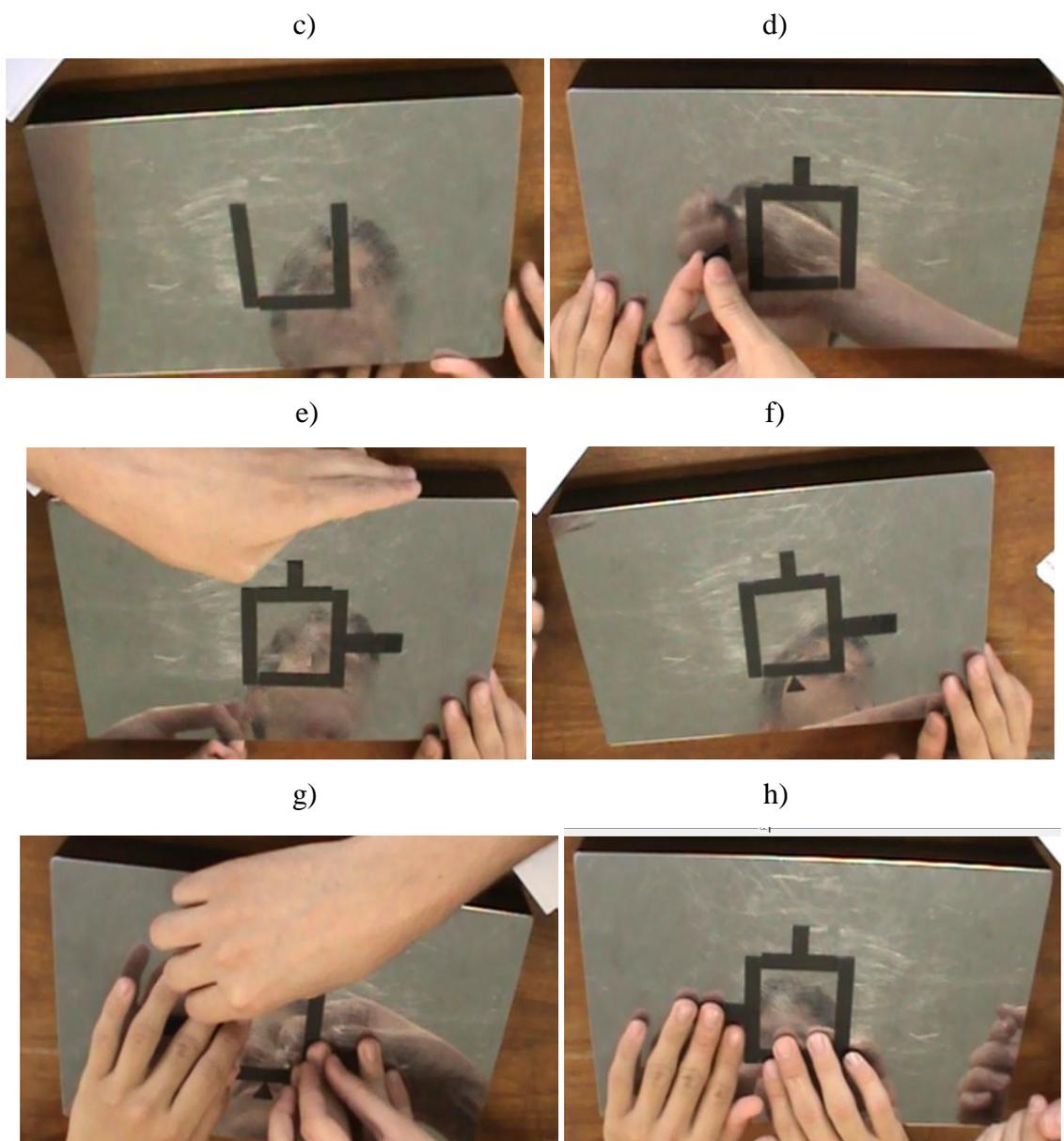


Figura 28 – Representação de uma panela de pressão. Nas figuras a, b, c, d, e, f, g e h mostram a construção detalhada da representação da panela de pressão.

Professor Daniel: *Aqui, seria a parede da panela (Figura 28-g)... É como se fosse o desenho de uma panela.*

Professor Daniel: *Em cima é aquele negócio que faz um barulhinho*

Tiago: *Ah, a válvula, né?*

Professor Daniel: *Isso mesmo, que sai o vapor de água. E aqui seria o cabo.*

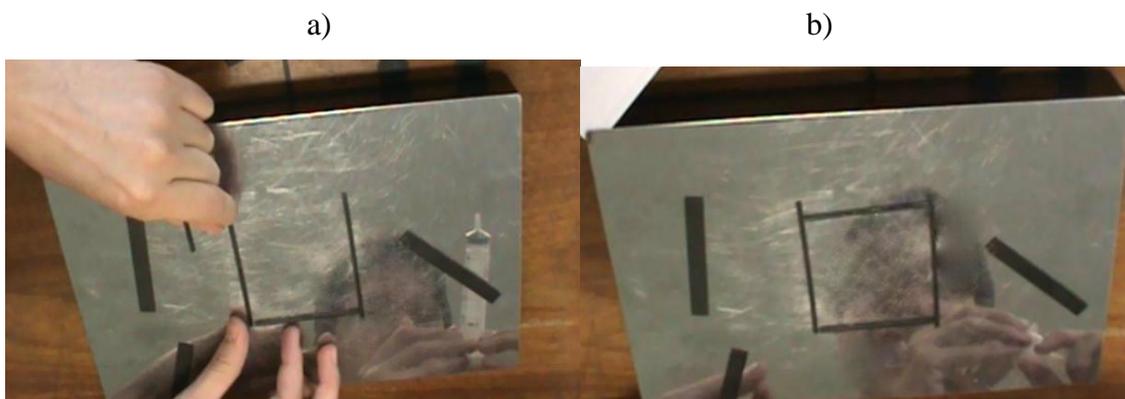
Tiago: *Ah o cabo... Olha ficou igualzinho! Ficou bom, hein!*

Capítulo 6 – Resultados e Discussões

Para a construção dessa imagem o professor Daniel usou duas peças no formato de um retângulo cujas dimensões são de um centímetro de largura e oito centímetros de comprimento. Essas duas peças simbolizaram as duas paredes da panela. A tampa e o fundo da panela foram feitas com duas peças retangulares de dimensões de um centímetro de largura e cinco centímetros de comprimento. A válvula de saída de vapor assim como o cabo da panela foram feitas com duas peças retangulares na qual cada uma possui dimensões de um centímetro de largura e dois centímetros de comprimento. Uma peça triangular (1,5 centímetros de cada lado) foi usada para simbolizar o fogo localizado abaixo do fundo da panela.

A construção dessa imagem que simboliza uma panela surpreendeu, pois não era algo previsto e mostrou o grande potencial que o KitFis apresenta de improvisação dependendo apenas da criatividade do professor.

Para ilustrar o tema de pressão o professor Daniel levou para o aluno uma seringa, para que ele pudesse tocar e sentir como funciona esse instrumento. Durante essa discussão o professor decidiu criar a ilustração de uma seringa no KitFis para que o aluno pudesse compreender mais eficazmente esse assunto. A construção dessa ilustração pode ser acompanhada na sequência apresentada na figura 29.



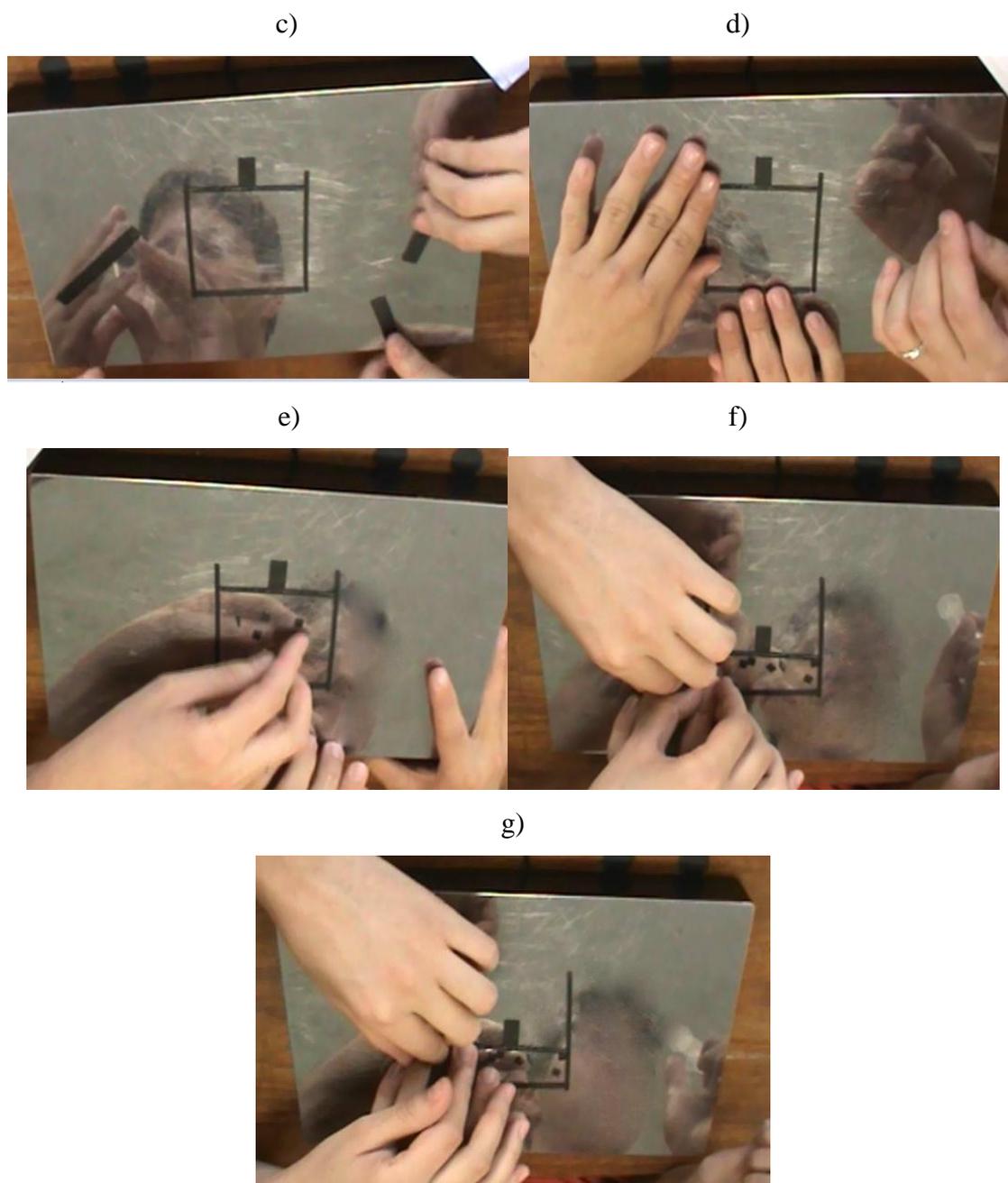


Figura 29 – Representação de uma seringa. Nas figuras a, b, c, d, e, f e g mostram a construção detalhada da representação da seringa.

Para a construção dessa ilustração que representa uma seringa o professor usou duas peças retangulares com dimensões de 0,3 centímetros de largura e nove centímetros de comprimento. Essas peças foram colocadas verticalmente paralelas e distantes uma da outra por certa distância, elas representam duas paredes da seringa. O êmbolo da seringa foi construído com uma peça retangular com dimensões de 0,3

centímetros de largura e cinco centímetros de comprimento. Nessa representação construída pelo professor a entrada e saída de ar são tampadas com uma peça retangular de dimensões de 0,3 centímetros de largura e cinco centímetros de comprimento. Dentro dessa seringa o professor coloca várias peças no formato de quadrados com dimensões de 0,5 centímetros de cada lado. Essas peças representam moléculas de ar.

Essa representação serviu de respaldo para o aluno compreender o aumento de pressão dentro da seringa quando o êmbolo é movido, lembrando que a saída de ar encontrava-se tampada na ilustração.

Na sequência apresentada na figura 30, o professor discute com o aluno sobre a molécula de água. Para a construção da imagem o professor usa uma peça circular de dois centímetros de diâmetro, tal peça representa o átomo de oxigênio. Em dois lados opostos à peça circular o professor coloca duas peças retangulares com dimensões de 0,3 centímetros de largura e nove centímetros de comprimento, essas peças representam a ligação entre o átomo de oxigênio (peça circular) e os átomos de hidrogênio representados por duas peças circulares circular de dois centímetros de diâmetro.

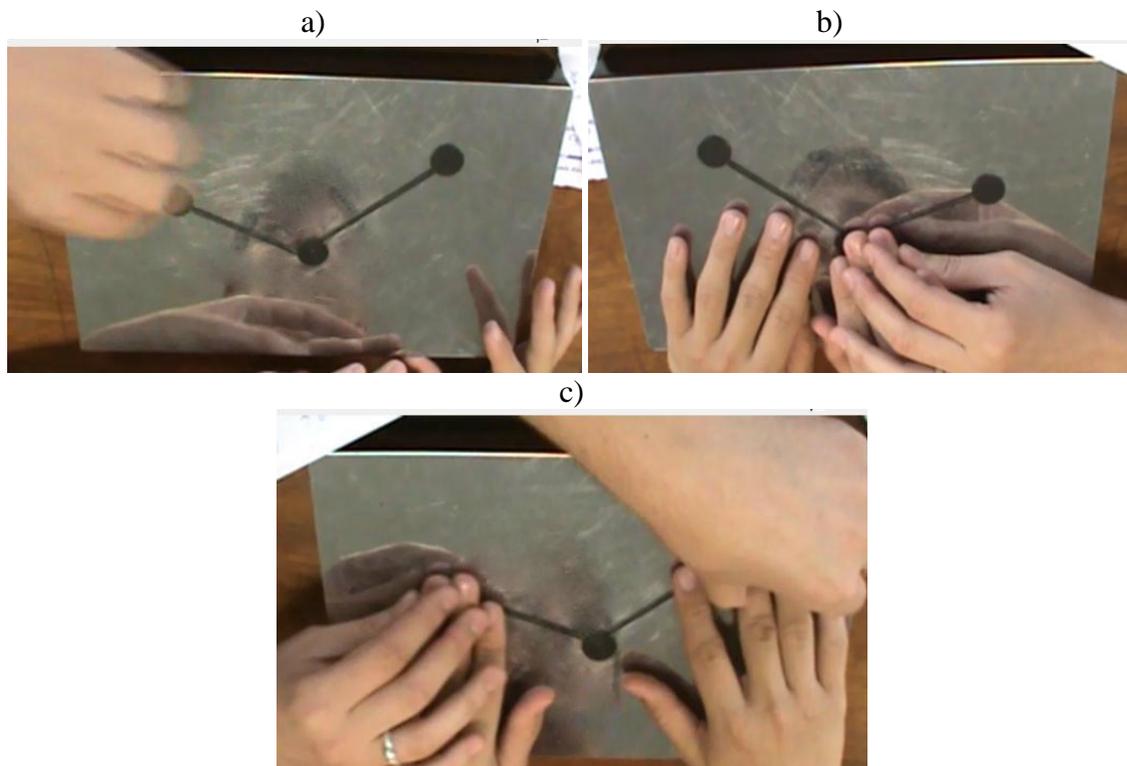


Figura 30 – Representação da molécula de água. a) Modelo da molécula de água. b) Aluno tateando a representação do átomo de oxigênio da ilustração de molécula de água. c) Aluno tateando as representações do átomo de hidrogênio da ilustração de molécula de água.

Esse fragmento da aula destaca a percepção dos formatos das peças pelo estudante cego, como pode ser observado nas falas a seguir:

Professor Daniel: *Vamos supor que esse daqui é o oxigênio, tá? (Figura 30-b). E ligado tem dois hidrogênios.*

Tiago: *E esse grandão aqui?* (referindo-se às duas peças retangulares que ligam os dois hidrogênios)

Professor Daniel: *Esse ai só estou usando para mostrar que está ligado [...] eles não existem de verdade.*

A seguir encontra-se outro fragmento da aula em que o aluno demonstra através de sua fala durante a aula que consegue perceber as ilustrações construídas com as peças do kit.

Nessa sequência (Figura 31) o professor Daniel discute o assunto de Dilatação Térmica.

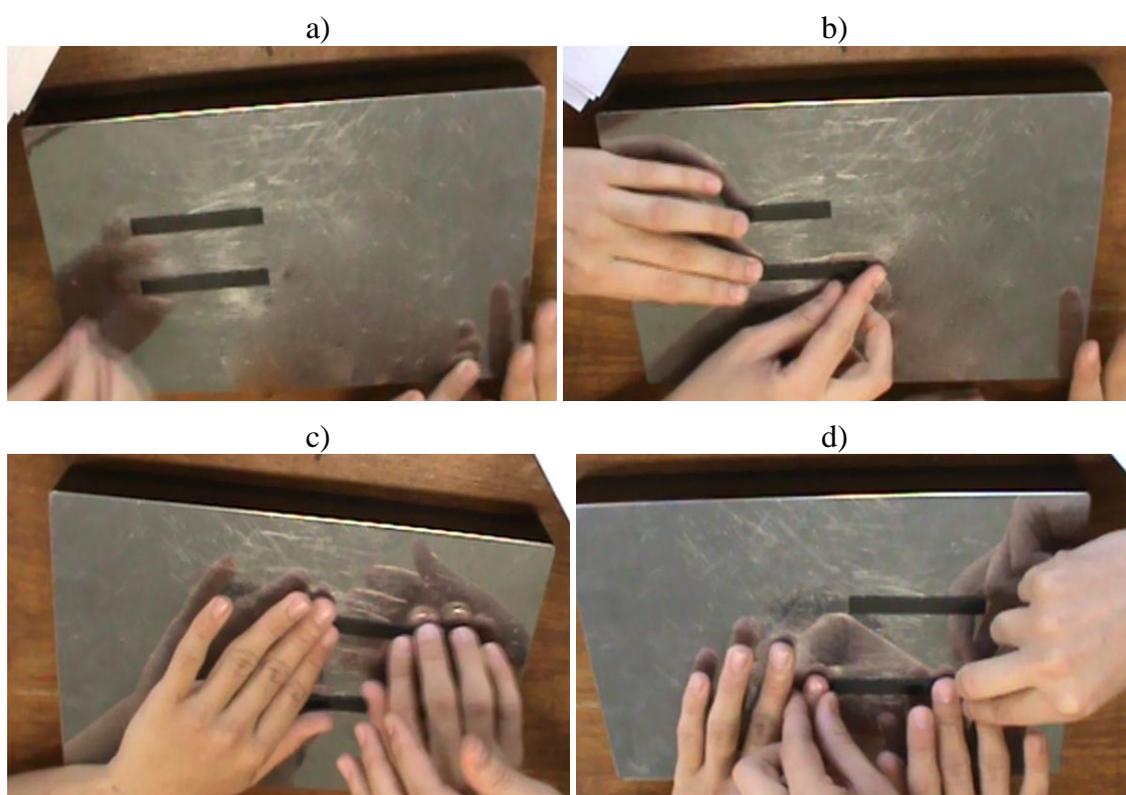


Figura 31 – Representação da dilatação térmica de uma barra retangular. a) Duas barras de ferro retangulares paralelas do mesmo tamanho. b) Duas barras de ferro retangulares paralelas com tamanhos diferentes. c) e d) Aluno tateando as barras de ferro representadas na figura b).

Professor Daniel: *Aqui é uma barrinha de ferro.*

(o aluno tateia um retângulo que na figura representa uma barra de ferro).

Professor Daniel: *Se eu aquecer essa barra... dentro dessa barra as moléculas estão se movendo, e quando eu joga temperatura nela, as moléculas começam a se mover mais rápido...e acontece que a barra aumenta de tamanho.*

Tiago: *Aqui é maior, aumenta* (nesse momento o aluno toca o segundo retângulo com tamanho maior que o primeiro, que simboliza a ocorrência da dilatação).

6.2.2 PROFESSOR EDUARDO E O ENSINO DAS LEIS DE NEWTON

O professor Eduardo ministrou uma aula com tópicos de mecânica. Iniciou a aula discutindo alguns conceitos de trigonometria, como o plano cartesiano, tais conceitos são fundamentais para o aprendizado da mecânica. Durante a aula o professor construiu ilustrações no KitFis e usou algumas equações digitadas anteriormente pela professora da sala de recursos em braile.

A aula inicia-se com o professor construindo no KitFis um plano cartesiano bidimensional para explicar para o aluno. Essa situação pode ser acompanhada na sequência da aula apresentada na figura 32.



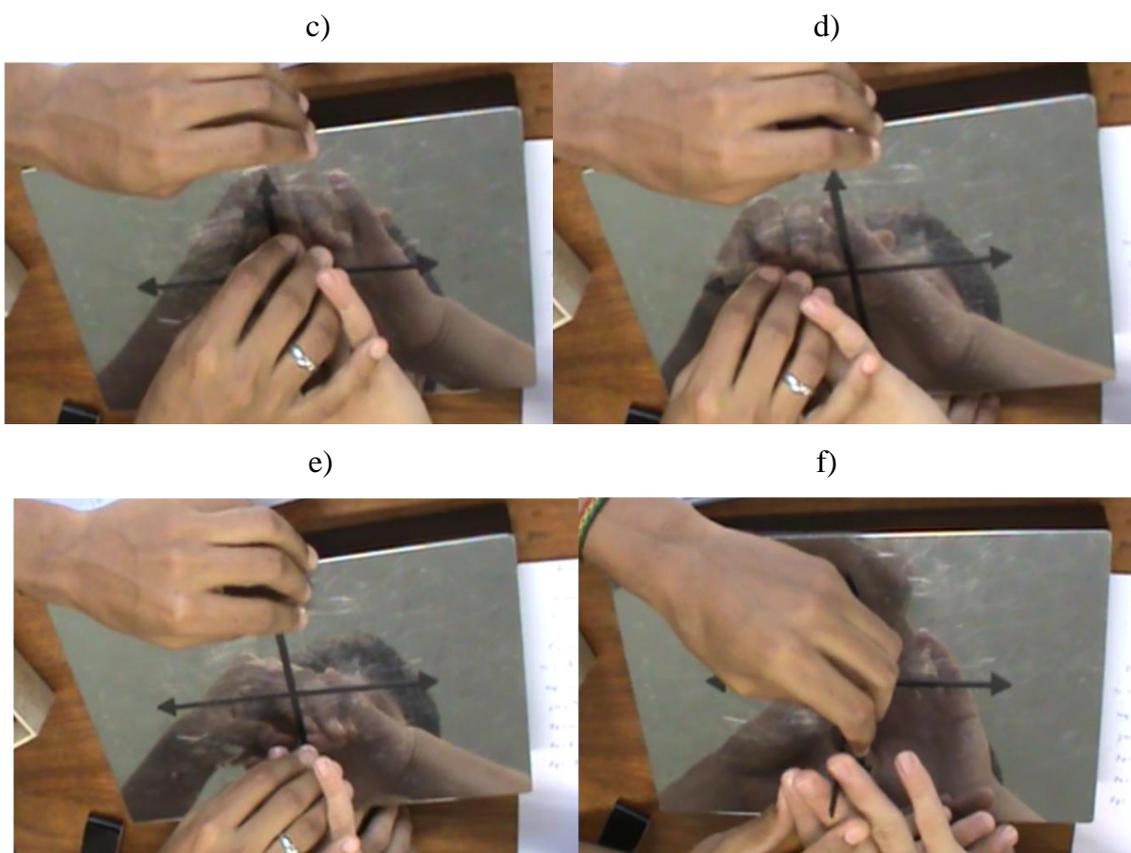


Figura 32 – Representação do plano cartesiano. a) Aluno tateando o eixo x positivo. b) Aluno tateando o centro do plano cartesiano. c) Aluno tateando o eixo y positivo. d) Aluno tateando o eixo x negativo. e) Aluno tateando o eixo y negativo. f) Aluno tateando o eixo z.

O plano cartesiano construído pelo professor Eduardo foi desenvolvido com quatro peças formando um sinal de soma (+), dessas quatro peças, duas eram no formato de um retângulo com dimensões de 0,5 centímetro de largura e nove centímetros de comprimento dispostas na horizontal e as outras duas peças também no formato de retângulo com dimensões de 0,5 centímetro de largura e oito centímetros de comprimento dispostas na vertical. Na extremidade de cada uma das peças foi colocada uma peça no formato de um triângulo com dimensões de 1,5 centímetros de cada um dos lados.

Durante a explicação do professor, ele foi conduzindo a mão do aluno pelas peças para que ele pudesse sentir e em cada peça tocada o professor explicava o que significava aquela peça:

Professor Eduardo: *Essa setinha do seu lado direito é chamada eixo x (Ver figura 32-a)*

Professor Eduardo: *Aqui no meio vamos definir como centro do sistema, centro do seu sistema cartesiano (Ver figura 32-b).*

Professor Eduardo: *Aqui pra cima é eixo y (Ver figura 32-c).*

Professor Eduardo: *Para o seu lado esquerdo é o eixo x também (Ver figura 32-d).*

Tiago: *Ah é tem um positivo e um negativo, né?!*

Professor Eduardo: *E para baixo você tem y negativo (Ver figura 32-e).*

Na figura 32-f pode-se observar que o professor Eduardo coloca uma peça no formato de retângulo com dimensões 0,5 centímetro de largura e nove centímetros de comprimento no centro do sistema de coordenadas construída por ele, porém na direção perpendicular ao plano. O intuito do professor era fazer com que o aluno tivesse uma noção da terceira dimensão, o eixo z.

Professor Eduardo: *E também existe Tiago, um eixo que nós não vamos estar trabalhando que é chamado eixo z. Que como se estivesse saindo aqui. (Ver figura 32-f)*

Dando continuidade à aula o professor discute com o aluno os quadrantes do plano cartesiano bidimensional. Para isso ele aproveita o desenho do plano cartesiano construído no início da aula, esse é um fato que vale destacar. Se o professor estivesse trabalhando com algum recurso didático feito com colagens, ou seja, com seu desenho fixo não seria possível manipulá-lo da forma como o KitFis permitiu nessa situação. Seria necessária a confecção de outro recurso.

Com o desenho do plano cartesiano o professor delimita as áreas de cada um dos quadrantes com duas peças retangulares com dimensões de 0,3 centímetros de largura e 12 centímetros de comprimento. Na figura 33-a o professor mostra o 1º quadrante (eixo x e y positivo), que é o plano mais usado em sala de aula. Na figura 33-b o professor mostra o 2º quadrante (y positivo e x negativo). Na figura 33-c o professor

mostra o 3º quadrante (eixo x e y negativo). E figura 33-d o professor mostra o 4º quadrante (x positivo e y negativo).

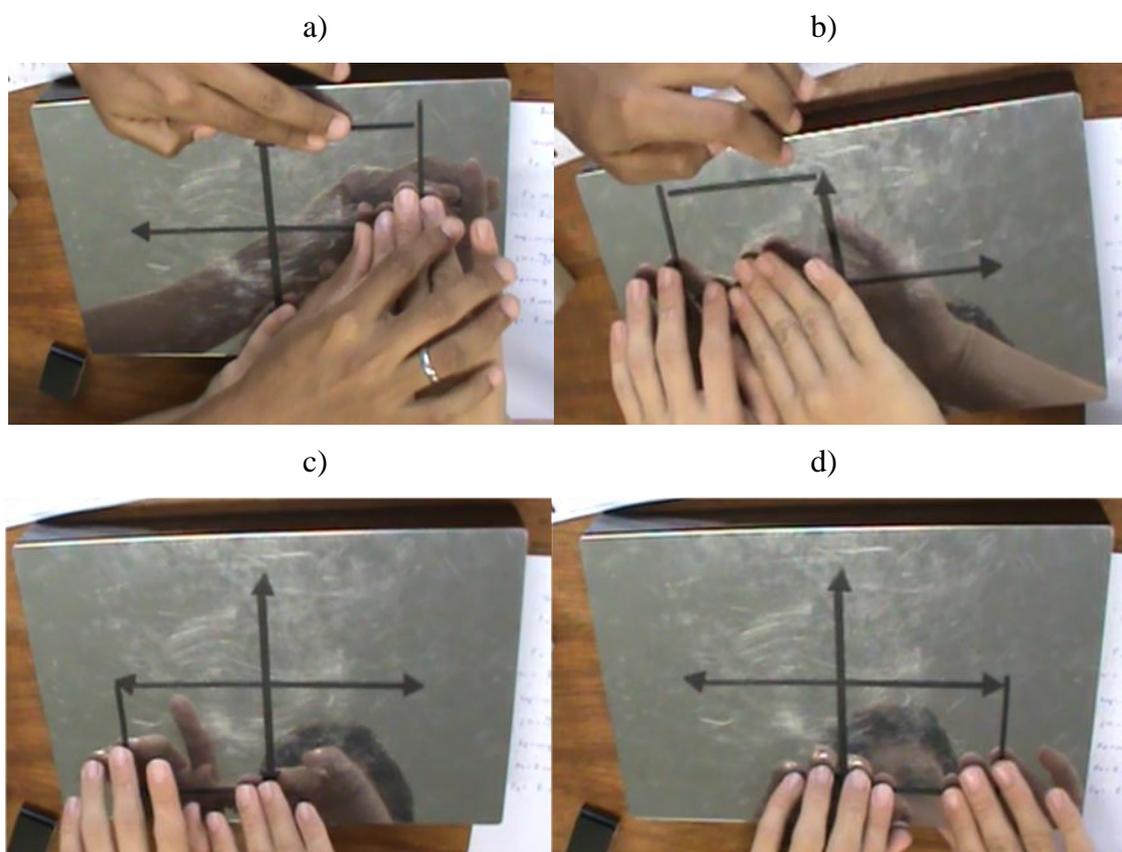


Figura 33 – Quadrantes do plano cartesiano. a) Aluno tateando o primeiro quadrante. b) Aluno tateando o segundo quadrante. c) Aluno tateando o terceiro quadrante. d) Aluno tateando o quarto quadrante.

Professor Eduardo: *Esse espaço é chamado de primeiro quadrante, quadrante 1 ... É uma representação, tá? É o primeiro quadrante... nesse espaço aqui. (Ver figura 33-a).*

Tiago: *Olha que legal. Parece uma cerquinha mesmo.*

Professor Eduardo: *Mas isso não necessariamente existe, é só pra gente delimitar.*

Professor Eduardo: *A cerquinha aqui é o terceiro quadrante (Ver figura 33-c).*

Tiago: *Ah, dá pra mudar? Dá pra colocar pra baixo? (O aluno refere-se as peças).*

Professor Eduardo: *Dá pra colocar pra baixo. Esse é o terceiro quadrante.*

Destaca-se nessa sequência da aula a característica de **versatilidade** que o KitFis apresenta, visto que o professor teve a liberdade de alternar a posição das peças no mesmo recurso.

Toda essa discussão inicial feita pelo professor foi importante para que o aluno pudesse compreender um assunto posterior: Localização de pontos em um sistema de coordenadas.

Professor Eduardo: *então qual que é o objetivo do sistema de coordenadas? É localizar os pontos no plano, né... em x e em y.*

Na sequência apresentada na figura 34 pode-se acompanhar o professor explicando para o aluno que um objeto tem uma componente em x e outra em y, para o caso do sistema de coordenadas do primeiro quadrante.

O eixo x é construído pelo professor com uma peça retangular com dimensões de 0,3 centímetros de largura e 12 centímetros de comprimento, colocada no sentido horizontal, representando o eixo x positivo. Em sua extremidade esquerda é colocada outra peça retangular com dimensões de 0,3 centímetros de largura e 12 centímetros de comprimento, colocada no sentido vertical, representando o eixo y positivo. Em cada uma das extremidades dessas peças é colocado uma peça de formato triangular com 1,5 centímetros de cada lado. Em um ponto qualquer dentro desse quadrante o professor coloca uma peça no formato retangular com dimensões de um centímetro de largura e dois centímetros de comprimento. Essa peça simboliza um objeto.

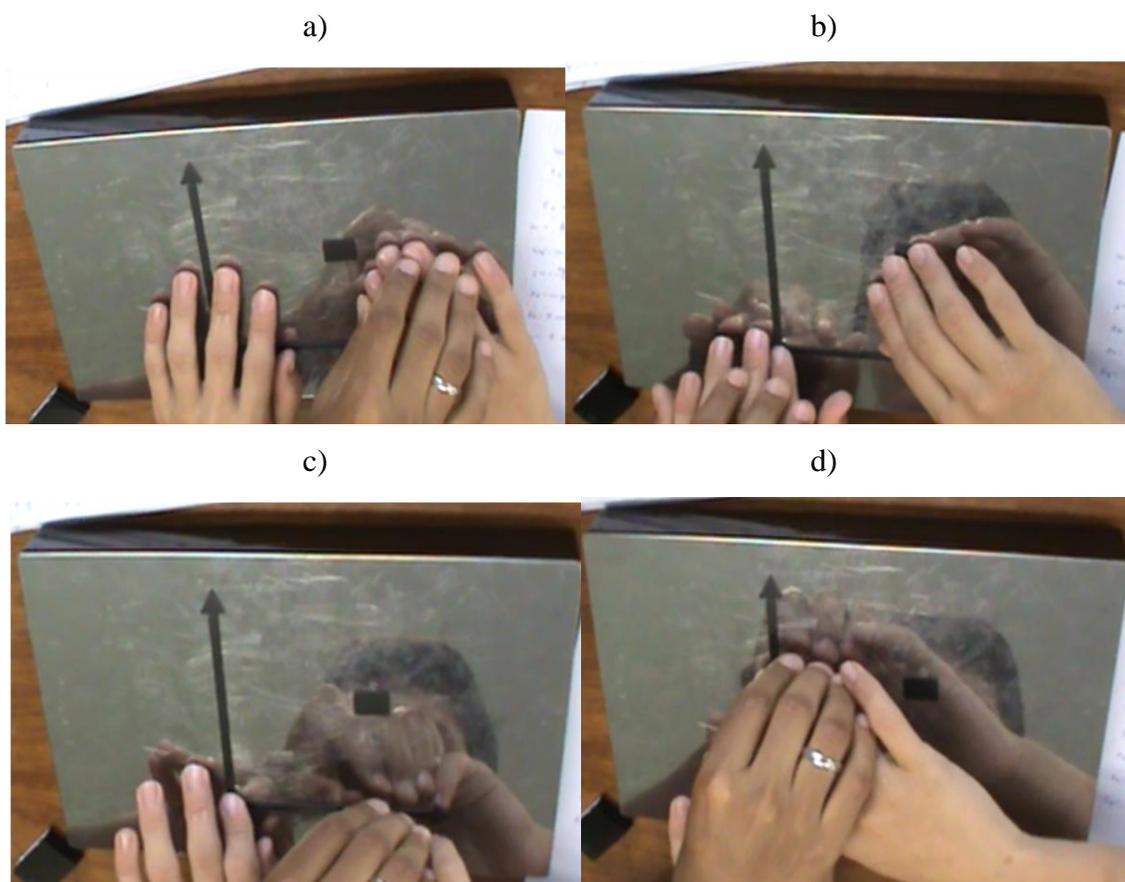


Figura 34 – Localização de pontos em um plano. a) Um bloco localizado em um sistema de coordenadas. b) Aluno tateando a ilustração representada na figura a). Em c) e d) o professor mostra para o aluno a posição do bloco no eixo x e y, respectivamente.

Professor Eduardo: *Sente que esse objeto aqui, esse quadradinho está no primeiro quadrante (Ver figura 34-a)... Esse objeto em relação ao centro do sistema de coordenadas (Ver figura 34-b)... tem uma componente em x (Ver figura 34-c)... e uma componente em y (Ver figura 34-d).*

Na sequência (Figura 35), usando a mesma figura o professor mostra com duas peças retangulares com dimensões de 0,3 centímetros de largura e quatro centímetros de comprimento os pontos que o objeto pertence no eixo x e no eixo y.

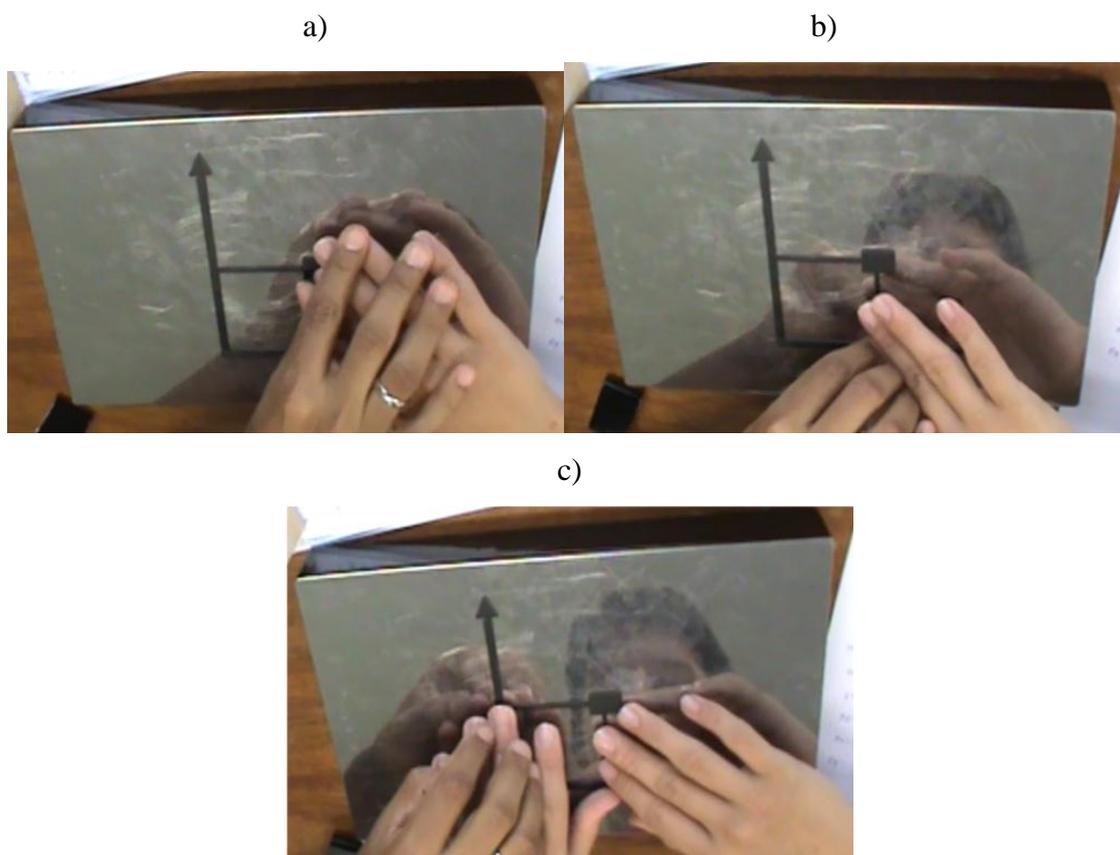


Figura 35 – Localização de um bloco no plano. a) Aluno tateando o bloco. Em b) e c) aluno tateia o posicionamento do bloco no eixo x e no eixo y, respectivamente.

Professor Eduardo: *Aqui é o bloquinho (Ver figura 35-a)... então qual que é o objetivo do sistema de coordenadas? É localizar os pontos no plano, né.... em x e em y.*

Professor Eduardo: *Esse bloquinho no plano ele vai ter uma coordenada... ele vai possuir uma referência em x (Ver figura 35-b)... mas em y ele também vai ter uma posição (Ver figura 35-c)... então ele tem essas duas componentes.*

Essas peças que foram acrescentadas na figura, com o intuito de mostrar a projeção do objeto nos eixo x e y representam os pontilhados que geralmente o professor faz nas figuras no quadro, como pode ser observado na figura 36³¹.

³¹ Descrição: Na figura 36 é representado o eixo x e o eixo y positivo, nesse plano encontra-se um bloco retangular. A localização desse bloco no eixo x e y são representadas por pontilhado.

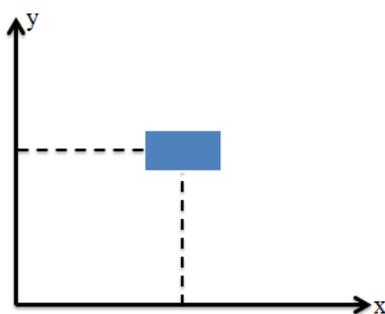


Figura 36 – Representação de um bloco com seus pontos no eixo x e no eixo y

Na sequência apresentada na figura 38 o professor discute com o aluno a situação em que um bloquinho localizado em um sistema de coordenadas (xy) e que sofre um deslocamento na direção de x positivo. Essa situação seria representada em sala de aula no quadro com uma ilustração semelhante à apresentada na figura 37³².

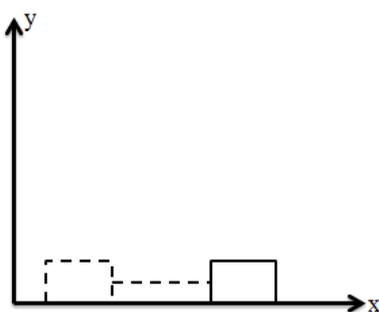


Figura 37 – Deslocamento de um bloco no eixo x

Na sequência da aula apresentada na figura 38, o professor usa o mesmo sistema de coordenadas usadas nos outros momentos da aula (xy) . Novamente ele coloca dentro do plano cartesiano paralelo ao eixo x uma peça retangular com dimensões de um centímetro de largura e dois centímetros de comprimento, tal peça simboliza um bloquinho. A ideia do professor é falar do caso desse bloquinho se deslocar no sentido crescente de x positivo, para simbolizar esse deslocamento. Então o professor coloca outro bloquinho com as mesmas dimensões que o primeiro, porém mais a frente dele simbolizando sua posição futura. Ligado aos dois bloquinhos o

³² Descrição: Na figura 37 é representado o eixo x e o eixo y positivo, nesse plano encontra-se um bloco retangular em pontilhado. Ligado a outro bloco retangular.

professor coloca uma peça retangular com dimensões de 0,3 centímetros de largura e cinco centímetros de comprimento.



Figura 38 – Representação de um bloco sendo deslocado no eixo x positivo. As figuras a), b), c), d), e) e f) mostram a construção detalhada de um bloco se deslocando no eixo x positivo.

Professor Eduardo: *Esse bloquinho começa a se movimentar em linha reta (guiando a mão do aluno no sentido de x positivo (Ver figura 38-a))... vai andando... até que... ai vai chegar nesse ponto em*

*determinada posição em x ...que ele tem uma componente em x né?
Lembra?*

Professor Eduardo: *Vamos fazer o seguinte, vamos colocar isso pra cima, colocar o x aqui. (Ver figura 38-c)*

Professor Eduardo: *Então aqui está o eixo x ... o bloquinho está se movimentando aqui, ele é paralelo ao eixo x . (Ver figura 38-d)*

Professor Eduardo: *Esse bloquinho de massa m está se movimentando até aqui (professor colocar outro bloquinho mais a frente do primeiro para mostrar que ele andou até certo ponto) em movimento retilíneo. (Ver figura 38-f)*

Em um determinado momento da aula (Figura 39) o professor muda a situação e muda novamente a direção do bloquinho. Nesse momento o bloquinho é puxado na vertical, movendo-se agora no eixo y . Para representar essa situação o professor inclui na figura uma peça retangular com dimensões de 0,3 centímetros de largura e três centímetros de comprimento e em sua extremidade coloca uma peça triangular com 1,5 centímetros de cada lado. Juntas, essas peças representam um vetor no sentido de y crescente, representando a mudança de direção do bloquinho.

Nessa sequência destaca-se novamente a **versatilidade** do KitFis. No mesmo recurso o professor construiu uma situação física e a modificou sem que fosse necessário construir outra figura.

Pode-se notar ainda outra característica na fala do aluno no momento que o professor muda a direção do bloquinho: “*Ai você inverteu ele, ele está agora pra cima*”, nota-se que o aluno consegue perceber a mudança na figura e o significado que nesse caso seria a mudança de direção, ou seja, a **qualidade tátil** das peças.

g)



Figura 39 – Bloco sendo puxado por uma força ao longo do eixo y .

Professor Eduardo: *Aqui nesse ponto em x , o que eu vou fazer? Vou dar um peteleco nele, vou puxar ele, vou puxar nessa direção. (Ver figura 39-g)*

Tiago: *Ai você inverteu ele, ele está agora pra cima.*

Professor Eduardo: *Eu exerci uma força nessa direção. Como se tivesse empurrado ele pra cima.*

A característica de **versatilidade** volta a aparecer na próxima sequência de aula. Partindo da mesma figura anterior, ao invés de um bloquinho agora o professor coloca mais dois em cima do primeiro, ou seja, agora são três bloquinhos como pode ser observado na sequência da aula apresentada na figura 40.

a)



b)



Figura 40 – Deslocamento de três blocos ao longo do eixo y . Nas figuras a) e b) o aluno tateia os três blocos representados na figura.

Professor Eduardo: *Agora a caixinha é maior, e ela está saindo num movimento constante ai ela está aqui, nesse ponto eu aplico a mesma força que eu apliquei para uma caixa.*

Tiago: *Ai ela subiu, ela foi pra cima.*

Professor Eduardo: *A mesma coisa que aconteceu com a outra. Minha pergunta é essa mudança, pra vim pra cima, qual vai mais rápido, qual possui mais velocidade, uma caixinha ou três caixinhas? A anterior ou essa daqui vai mais rápido pra cima? A que tem massa maior ou massa menor?*

Tiago: *A massa menor né... ela vai mais rápido.*

6.2.3 PROFESSOR JEAN E O ENSINO DA ÓTICA

O tema da aula ministrada pelo professor Jean foi ótica. Nessa aula foi trabalhado dentro do tema central de ótica conceitos como fontes de luz pontual e extensa, luz passando por um anteparo, feixe de luz (ou pincel de luz, como chamado pelo professor) divergente e convergente, feixe de luz passando por dois anteparos. A aula ministrada pelo professor foi baseada em conceitos, sem uso de equações, apenas com as definições dos fenômenos discutidos na aula e construção de ilustrações com o uso do **KitFis**. A seguir serão apresentadas as características funcionais destacadas durante a aula do professor Jean com o uso do KitFis.

Uma das características que se destacou durante a aula do professor Jean foi a **versatilidade** que o KitFis apresenta, no sentido de permitir a construção de várias ilustrações sucessivas do conteúdo de Física na mesma aula, ou seja, notamos em vários momentos que uma determinada ilustração pode ser criada e modificada no momento da aula com um mesmo material, que é o kit em questão.

Na figura 41 é apresentada uma sequência de fragmentos da aula ministrada pelo professor Jean. Nessa sequência é discutido o tema fontes de luz pontuais. O professor inicia a discussão inserindo uma peça de forma quadrada (peça com formato de quadrado com 0,5 cm de cada um dos quatro lados) na mesa magnética que representa um ponto (figura 41-a). Nas figuras 41-b e 41-c, o professor prossegue a aula

colocando peças de formato retangular de 0,3 cm de largura e comprimentos variados, tais peças representam feixes de luz saindo de um ponto.

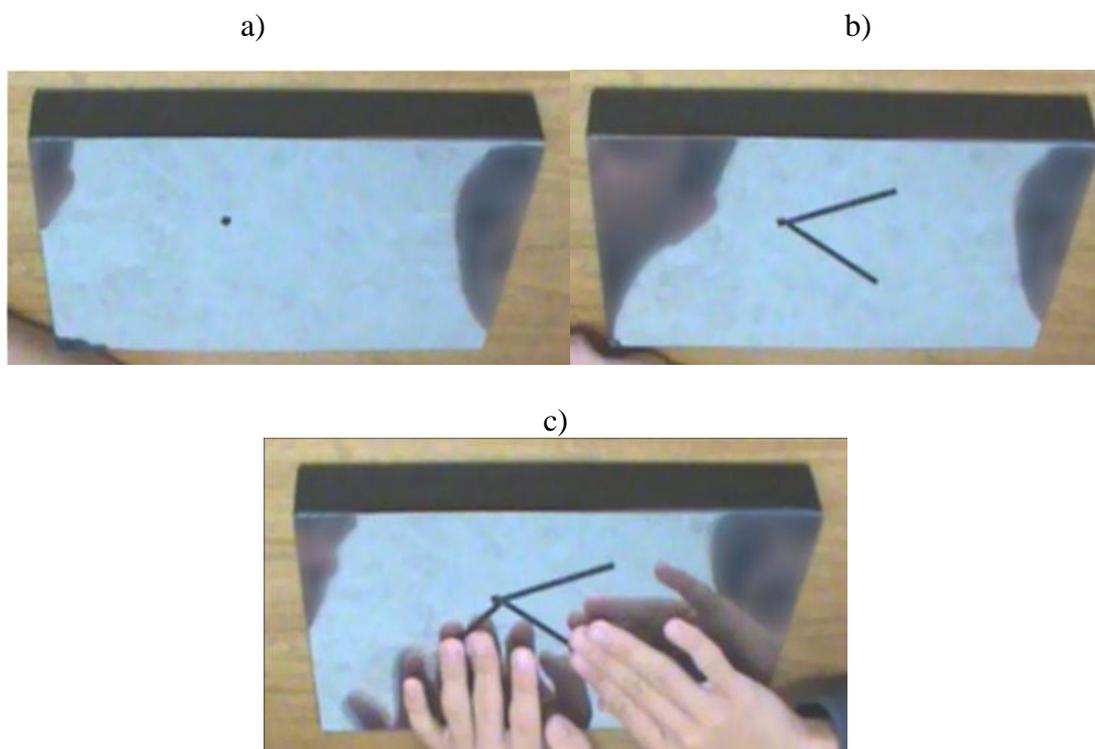


Figura 41 - Fontes de luz pontuais. a) Uma fonte de luz pontual. b) Uma fonte de luz pontual emitindo dois feixes de luz. c) Uma fonte de luz pontual emitindo três feixes de luz.

Professor Jean: *As fontes de luz são corpos que emitem luz, e são classificados em pontual... tá certo? Então o que seria o pontual? Seria um pontinho mesmo, tá? Então no caso essas fontes de luz pontual, eles emitem luz em todas as direções. Então seria o que?... ele tem um ponto que emite luz em todas as direções.(...) então isso é uma característica de uma fonte pontual.*

Assim como poderemos observar em outros fragmentos de aula, a sequência apresentada na figura 41 mostra que o **KitFis** permite a construção de ilustrações simultaneamente à explicação do conteúdo pelo professor. Diferente do que ocorre com adaptações convencionais feitas com colagens de barbante em papelão, que necessitam de preparo com antecedência como as apresentadas na figura 42.

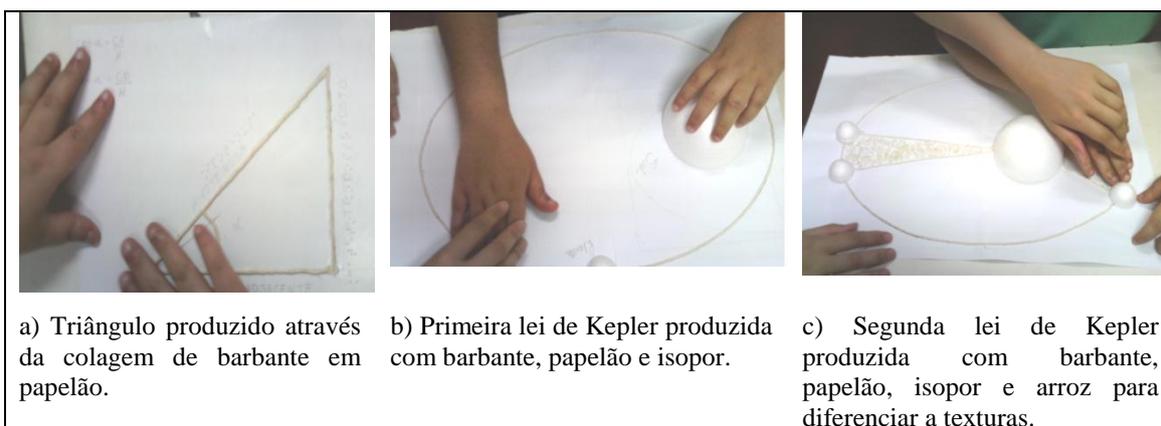


Figura 42 - Materiais usuais tradicionalmente produzidos para o ensino de cegos.

Fonte: Arquivo pessoal.

A versatilidade do KitFis pode ser notada em outro momento da aula do professor Jean. Na figura 43 é apresentada uma sequência de trechos da aula referente ao assunto feixes de luz convergente, divergente e o retilíneo. Na figura 43-a do quadro o professor constrói com três peças do kit (peças com formato de retângulo com dimensões de 0,3 centímetros de largura e nove centímetros de comprimento) a representação de três feixes de luz convergindo da esquerda para a direita para um ponto (peça com formato de quadrado com 0,5 centímetro de cada um dos quatro lados) que representa uma fonte de luz pontual.

Na figura 43-b do mesmo quadro o professor representa com três peças do kit (peças com formato de retângulo com dimensões de 0,3 centímetros de largura e nove centímetros de comprimento) a representação de três feixes de luz divergindo de um ponto (peça com formato de quadrado com 0,5 centímetro de cada um dos quatro lados) que representa uma fonte de luz pontual no sentido da esquerda para a direita.

Finalmente na figura 43-c o professor representa com três peças (peças com formato de retângulo com dimensões de 0,3 centímetros de largura e nove centímetros de comprimento) três feixes de luz paralelas uma a outra.

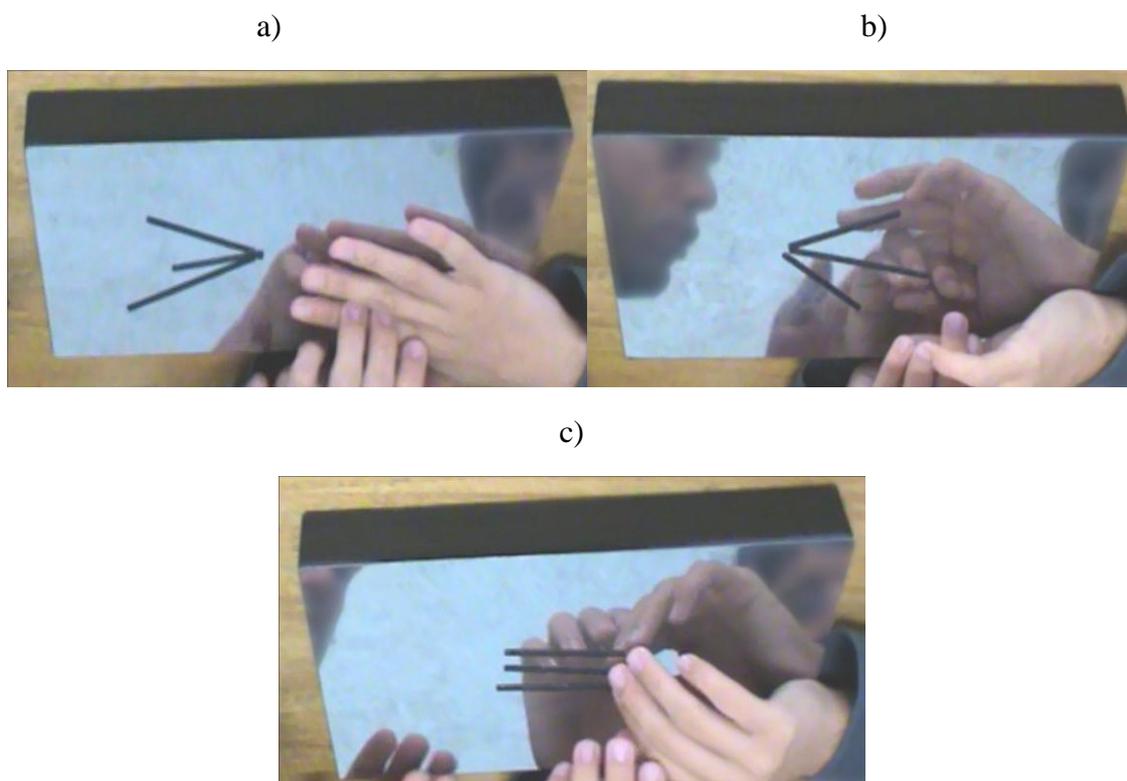


Figura 43 – Representação de feixes de luz convergentes em a), divergentes em b) e paralelos em c).

Professor Jean: (ver figura 43-a) *Esses pincéis de luz nós podemos classifica-los de acordo com a sua propagação (...) se eles estão passando por um meio e estão... chegando a um ponto. Estão convergindo a um ponto, então no caso é um pincel de luz convergente. E o divergente?*

Professor Jean: (ver figura 43-b) *Se o convergente ele está indo para um único ponto (...) o divergente está espalhando (...) aqui eu estou representando que ele está divergindo, está cada um indo para um lado... é o contrário.*

Professor Jean: (ver figura 43-c) *E teria outro feixe também característico que a gente fala que seria ... Ou pincel, que seria o retilíneo (...) a característica dele é que... os feixes estão saindo paralelos. Então aqui no caso são representações do feixe de luz que estão indo paralelo.*

Essa sequência (apresentada na figura 43) mostra a versatilidade do **KitFis**, visto que em pouco tempo várias ilustrações do conteúdo de Física puderam ser montadas e modificadas durante uma mesma aula. Essa característica é importante, pois em uma situação de sala de aula regular, o professor poderia ensinar o conteúdo de Física para seus estudantes com cegueira de modo que estes pudessem acompanhar o desenvolvimento da aula juntamente com seus colegas, favorecendo assim as práticas de inclusão escolar.

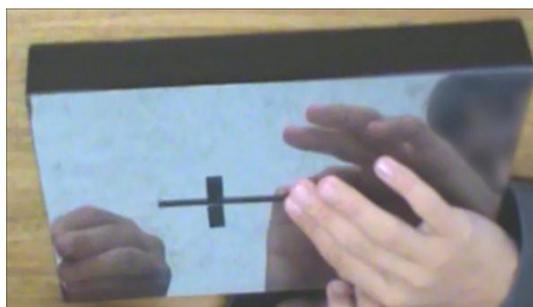
Os professores podem apresentar dificuldades em preparar materiais adaptados para os estudantes cegos porque há professores que ministram aula em mais de um período, e isso acarreta pouco tempo disponível. E na ausência de materiais adaptados, os estudantes cegos somente têm acesso a aula pela audição, reforçando assim sua exclusão dentro da sala de aula. Nesse sentido o KitFis poderia dar a garantia para o professor de sempre ter em mãos um material que permite a construção de uma quantidade considerável de ilustrações.

A qualidade de versatilidade do KitFis pode também ser observada na sequência de trechos da aula apresentado na figura 44. O assunto abordado nessa sequência é sobre feixes de luz passando por dois anteparos. Na figura 44-a, o professor coloca sob a mesa magnética uma peça (formato retangular) representando um feixe de luz. Na figura 44-b é representado o feixe de luz da figura anterior passando por um anteparo (duas peças cada uma com forma retangular com um centímetro de largura e dois centímetros de comprimento). Depois o professor coloca mais um anteparo (figura 44-c e 44-d) e discute com o aluno que devido os anteparos estarem alinhados o feixe de luz passa por eles em linha reta. Nas figuras 44-e e 44-f, o professor desalinha um dos anteparos de forma que o feixe de luz passe por um e é barrado pelo outro anteparo. Mais uma vez notamos a liberdade de modificações que o KitFis suporta.

a)



b)



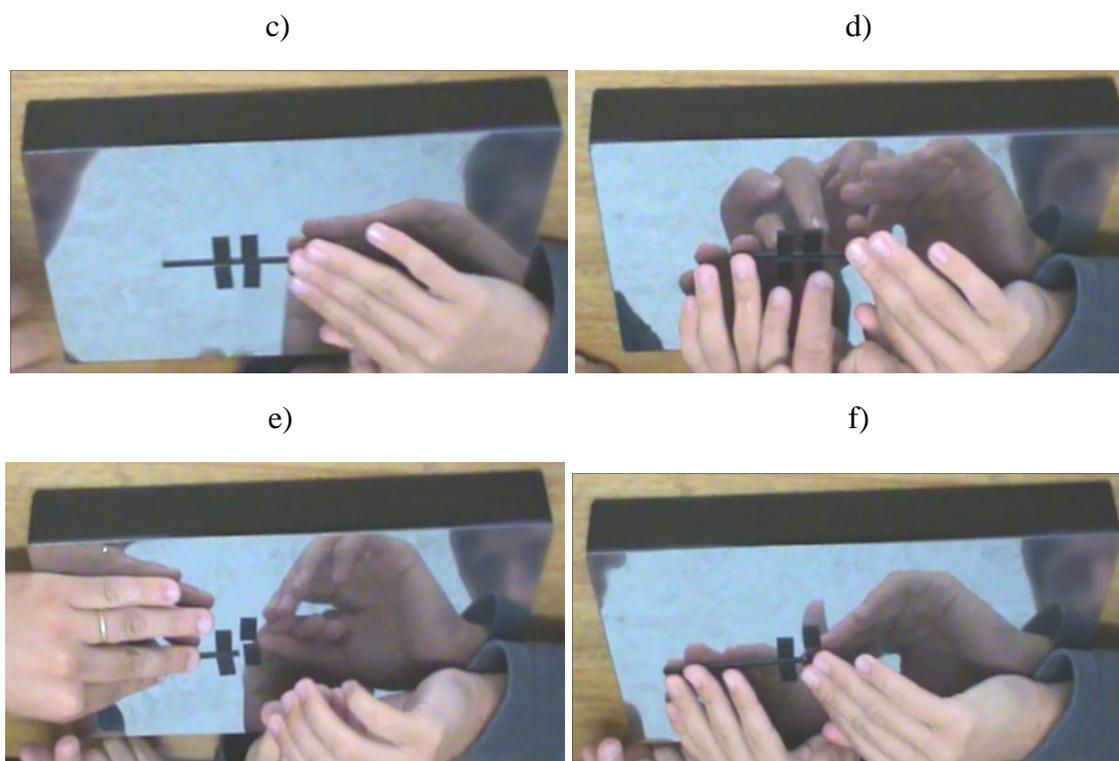


Figura 44 – a) Feixe de luz. b) Feixe de luz passando por um anteparo. c) Feixe de luz passando por dois anteparos. d) Aluno tateando a ilustração representada na figura c. e) Professor desalinhando o segundo anteparo da ilustração. f) Aluno tateando a ilustração representada na figura e.

Professor Jean: *Eu tenho aqui um feixe de luz... É um feixe de luz, ele apresenta uma característica interessante.*

Professor Jean: (Ver figuras 44-b e 44-c) *Se eu tiver dois anteparos (...) você verifica que eu tenho um feixe de luz passando por dois anteparos... Se eu colocar esses anteparos de uma forma que eles estão alinhados... então eu tenho um na frente do outro...*

Professor Jean: (Ver figura 44-d) *...e esses aqui no caso seria um furo, imagine uma folha de papel com um furo, a representação do anteparo é essa... seria uma folha com um furinho no meio.*

Professor Jean: (Ver figuras 44-e e 44-f) *Agora se tivesse os dois anteparos desalinhados... o feixe de luz não passa pelos dois, só passa por um anteparo*

Tiago: *Ah sim, é ele não passa pelos dois.*

Professor Jean: *sim porque a luz se propaga em linha reta.*

Quando o professor desenha alguma ilustração no quadro para complementar sua explicação, os alunos videntes podem acompanhar a construção dessa ilustração visualmente. Na sequência apresentada na figura 44, pode-se notar que com o KitFis o aluno cego também pode ter acesso a essa experiência junto com o professor, pois Tiago pôde acompanhar cada mudança realizada pelo professor tátilmente.

Na figura 45-a o professor coloca na mesa magnética uma peça curva, no formato de um arco com as extremidades para baixo. É interessante que novamente quando questionado sobre a peça o aluno consegue percebê-la com facilidade: (...) *ela faz uma curva*, comprovando a qualidade tátil das peças.

Na figura 45-b e 45-c sob a peça curva o professor coloca duas peças (peças com formato de retângulo com dimensões de 0,3 centímetros de largura e oito centímetros de comprimento) formando uma letra v, representando o fenômeno de reflexão da luz, na qual uma peça é o raio incidente e outra representa o raio refletido. A reta normal é construída com três peças (formato retangular) com espaçamento entre elas para representar pontilhado. O fato que queremos destacar nesses trechos da aula ocorre na sequência das figuras 45-d e 45-e. Durante a discussão o professor questiona o aluno sobre o que são ângulos e o aluno não sabe responder. Vale destacar que se essa aula estivesse ocorrendo com o apoio dos materiais tradicionais feitos com colagens como os já discutidos anteriormente, seria complicado para o professor construir uma figura tátil para poder explicar para o aluno o conceito de ângulo, pois como já mencionado, esses materiais exigem tempo prévio de preparo e, normalmente, não permitem modificações. Esse fato pode levar o aluno a ter um aprendizado fragmentado e incompleto. Porém esse trecho da aula com o uso do KitFis mostra que o professor pode usar o mesmo material para construir um triângulo retângulo e explicar o conceito de ângulo para o aluno, como pode ser observado nas figuras 45-d e 45-e, e prosseguir com a aula normalmente, sem a necessidade de vários materiais.

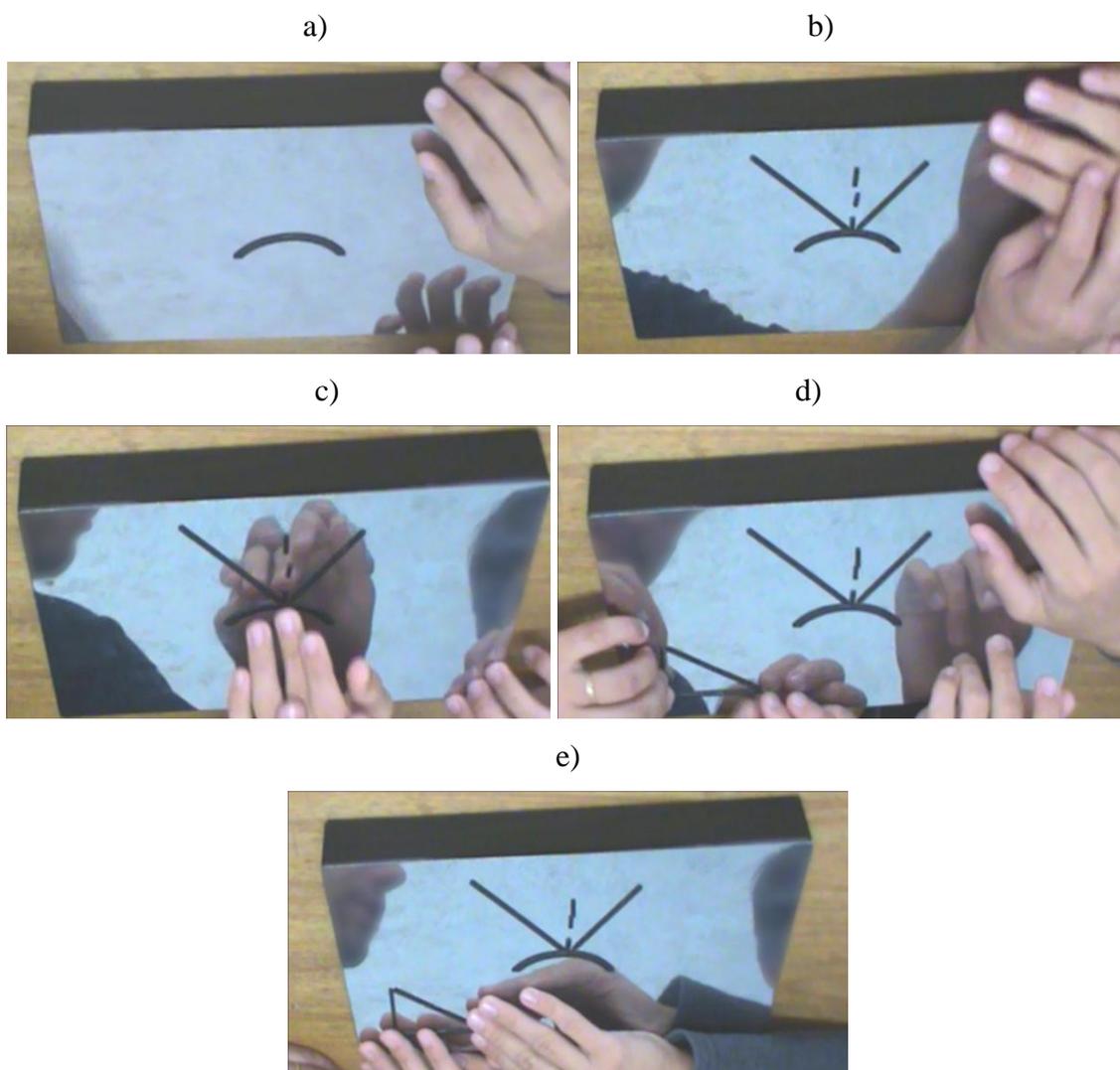


Figura 455 - Reflexão em uma superfície curva. a) Ilustração de uma superfície curva. b) Reflexão em uma superfície curva. c) Aluno tateando a ilustração representada na figura b. d) Professor construindo um triângulo retângulo na parte inferior esquerda da mesa magnética. e) Aluno tateando o triângulo retângulo representado na figura d.

Professor Jean: *Aqui eu tenho uma superfície. Qual a característica dessa superfície?*

Tiago: *(...) ela faz uma curva.*

Professor Jean: *(...) aqui eu tenho uma superfície (...) tenho um feixe de luz incidente (...) está incidindo na superfície curva (...) e acaba sendo refletido...*

Professor Jean: *...repare que eu tenho aqui um tracejado... Eles deveriam estar de uma forma alinhado (...) esse tracejado nós*

chamamos de normal, essa normal é perpendicular ao plano (...) e se eu pegar um ângulo... você tem ideia do que é um ângulo?

Tiago: *...eu não vou saber te explicar.*

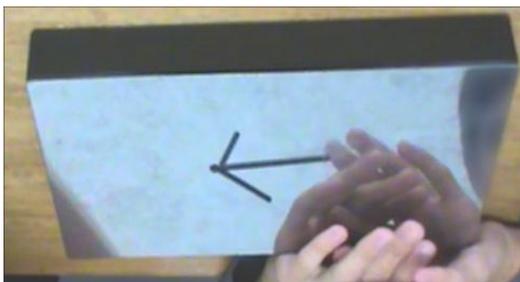
Professor Jean: *então eu vou montar aqui do lado uma figura geométrica. Vamos tentar ver o que é um ângulo primeiro, pra depois eu falar do ângulo de incidência.*

Professor Jean: *O que é essa figura geométrica? (...)*

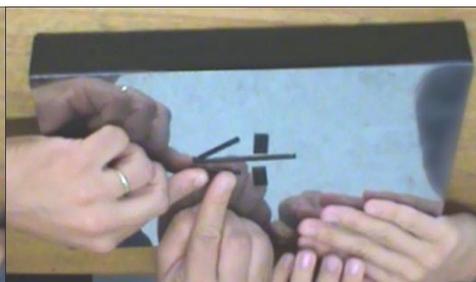
Tiago: *(...) Isso daqui é um triângulo?*

Na figura 46 é apresentada outra sequência de trechos da aula ministrada pelo professor Jean. Nessa sequência o professor discute sobre a luz passando por um anteparo. Na figura 46-a o professor reproduz com algumas peças do kit três feixes de luz (peças de 0,3 centímetros de largura e comprimentos variados) saindo de uma fonte pontual (peça com formato de quadrado com 0,5 centímetros de cada um dos quatro lados). Nas figuras 46-b e 46-c o professor coloca um anteparo (peça de forma retangular com 1 centímetro de largura e 2 centímetros de comprimento) de forma a bloquear dois dos três feixes de luz projetados na mesa magnética.

a)



b)



c)



Figura 46 – Fonte de luz pontual. a) Fonte de luz pontual gerando três feixes de luz. b) Feixe de luz proveniente da fonte pontual passando por um anteparo. c) Aluno tateando a ilustração representada na figura b.

Professor Jean: (Ver figura 46-a) *Eu vou colocar de novo uma fonte pontual (...) se ela é uma fonte pontual ela emite luz em todas as direções, né? (...) se eu coloco um anteparo. O que é um anteparo? Uma folha de papel, por exemplo, um pedaço de madeira, qualquer coisa que barre fisicamente a luz.*

Professor Jean: (Ver figura 46-b) *Eu vou colocar o anteparo aqui para você ter uma ideia do que é isso. Então eu vou ter no caso a fonte de luz...*

Professor Jean: (Ver figura 46-c) *Então o que a gente tem aqui na verdade... eu tenho aqui pequenininho ...a fonte de luz pontual, correto? Eu tenho saindo ai no caso três feixes... raios de luz.*

Tiago: *É tem dois pequenininhos.*

Professor Jean: *... esses dois pequenininhos estão encostados... no meu anteparo, correto? E tem um passando por eles, que é chamado de pincel de luz.*

Na sequência de trechos de aula apresentado na figura 46, pode-se notar ainda a participação ativa do aluno durante a manipulação do KitFis pelo professor. É possível notar novamente a **qualidade tátil** das peças, pois o aluno consegue perceber a ilustração construída pelo professor através das falas durante aula:

Professor Jean: *Então o que a gente tem aqui na verdade... eu tenho aqui pequenininho ...a fonte de luz pontual, correto? Eu tenho saindo ai no caso três feixes... raios de luz.*

Tiago: *É tem dois pequenininhos.*

Esse fato mostra que a qualidade tátil das peças encontra-se acessível ao aluno. Na figura 47-a o professor coloca na mesa magnética uma peça curva, no formato de um arco com as extremidades para baixo. É interessante que novamente quando questionado sobre a peça o aluno consegue percebê-la com facilidade: (...) *ela faz uma curva*, comprovando a qualidade tátil das peças.

6.3 AVALIAÇÃO DOS PROFESSORES E ALUNO, PARTICIPANTES DA PESQUISA, SOBRE O KITFIS.

Os participantes foram questionados sobre sua experiência durante o uso do KitFis e solicitamos que nos falassem suas opiniões sobre o kit.

Serão apresentados a seguir alguns excertos obtidos com a entrevista em que os participantes expõem suas opiniões em relação ao kit.

a) Opiniões dos usuários quanto as características estruturais do **KitFis**

Com relação ao tamanho da mesa magnética houve um consenso entre os participantes, todos acharam o tamanho adequado, como podemos notar nos trechos:

Eu achei legal, tem um tamanho legal, portátil. (...). O tamanho está legal ... pois se ficar maior e pesado fica ruim para levar (Professor Jean).

Está perfeito. Está no tamanho ideal. Dá pra trabalhar bem no espaço (Professor Eduardo).

Tá um tamanho excelente... tanto pra pegar... o tamanho do material está excelente para usar (Aluno Tiago).

Eu acho que o tamanho parece ser adequado ... é um tamanho que cabe na carteira ... no tamanho da carteira da sala de aula, e é um tamanho que o aluno consegue transportar também. Não poderia ser um negocio muito grande porque dificultaria o transporte (Professor Daniel).

Os participantes foram também questionados a respeito das peças e responderam:

Os tamanhos estão condizentes com a mesa, se for maior acaba acarretando que não vai ter espaço (Professor Jean).

O professor Eduardo faz uma ressalva a uma das peças.

Talvez as setinhas. Talvez diferenciar o tamanho, porque quando vai montar o sistema x,y , o sistema cartesiano elas estão adequadas para isso. Mas, por exemplo, quando vai fazer uma decomposição de vetores, uma força, precisava de algo menor, proporcional ao tamanho daquelas pecinhas menores, talvez setas proporcionais ao tamanho (Professor Eduardo).

Para o tema que eu dei... deu pra usar bem as peças, agora referente a outros temas eu não sei, tem que pensar ...mas pelo que eu vi, tem bastante peças (...) dá pra fazer bastante coisas sim (Professor Daniel).

Dá pra perceber muito bem (quando questionado a qualidade tátil das peças) (...) dá pra ver bem o gráfico... dá pra sentir bem (Aluno Tiago).

Com relação à magnetização da mesa magnética alguns participantes discutiram a respeito de algumas dificuldades enfrentadas durante as aulas:

Em relação à magnetização, alguns pontos estão sendo bem magnetizados, quando vamos empurrar um objeto sentimos um pouco de dificuldade, pois alguns pontos estão mais magnetizados. Teria que ser mais uniforme a magnetização, igual pra todos os pontos (Professor Eduardo).

Quando solicitados os participantes deram sugestões que poderiam contribuir com o aprimoramento do kit:

Dependendo da aula, um formato diferente assim, talvez em cinemática, por exemplo, no formato de carrinho, por exemplo, ou mesmo para conservação da quantidade de movimento, o carrinho ali serviria também pra você ver no caso colisões, né. Então não só no formato...ah é um carrinho, quando for falar de cinemática com ele, como ele se movimenta, melhor que um quadradinho, por exemplo, né, talvez ficaria mais interessante para ele. Talvez na área de

eletricidade, resistores, um formato característico mais parecido. Da pra explicar pra eles com o que tem aqui, mas talvez seria mais próximo do o que a gente passa no quadro e tem nos livros (Professor Jean).

Daria pra fazer também uma adaptação para o braile, para colocar também algumas equações (Professor Eduardo).

6.4 LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES DO KITFIS

A situação apresentada nesse estudo trata-se de um caso isolado, em que os professores se encontravam em um momento extraclasse, numa situação individualizada com o estudante cego, portanto sem a presença de outros alunos. Entende-se que essa situação possa ter facilitado o manuseio do KitFis, e dessa forma uma possibilidade de avaliação do kit seria dentro de uma sala de aula regular com a presença do (s) estudante (s) cego com os demais colegas videntes. Dessa forma seria ainda preciso verificar se a dinâmica real da sala de aula favorece o pleno manuseio do KitFis.

A característica de versatilidade que o KitFis apresenta é algo que depende do professor. Ou seja, uma imagem só pode ser construída e modificada com a presença do professor. Dessa forma percebe-se que seria interessante se o KitFis acompanhasse um manual instrucional audiodescrito que auxiliasse o aluno a construir as imagens dos modelos de física sem que houvesse a necessidade da presença de outra pessoa.

E se o aluno pudesse construir uma imagem sozinho no KitFis, seria importante que ele pudesse entendê-la. Dessa forma uma possibilidade seria o acompanhamento de um livro didático de física em braile com explicações de conceitos e fenômenos físicos referentes às possíveis imagens construídas no KitFis.

O KitFis é limitado para representações tridimensionais, permitindo apenas as ilustrações bidimensionais e sem muitos detalhes.

7 CONCLUSÕES

A proposta desse estudo foi de desenvolver um material didático destinado ao ensino de Física para estudantes cegos, que agregasse portabilidade, durabilidade e versatilidade.

Pode-se dizer que o objetivo geral foi alcançado, pois o material foi projetado e desenvolvido. Em seguida comprovou-se a versatilidade do KitFis com a reprodução de várias ilustrações selecionadas de livros didáticos. A versatilidade do kit também ficou evidente na análise das filmagens das aulas ministradas pelos professores de Física, porque os professores conseguiram construir várias ilustrações de situações físicas para ensinar conteúdos diversos da Física.

As filmagens das aulas demonstraram que de fato o material além de permitir a reprodução de muitas ilustrações, permitiu várias mudanças em um mesmo material sem que fosse necessário o professor dispor de vários materiais.

O fato de poder ser manipulado durante a aula se mostrou interessante para o professor visto que este não precisaria gastar tempo extra para planejar o material para uso em futuras aulas, porém requereria apenas estar com as ilustrações pré definidas para montar no momento da aula.

A possibilidade de manipulação e montagem de ilustrações durante as aulas pelo aluno parece favorecer ainda o engajamento e a aprendizagem ativa porque o aluno pode acompanhar a montagem das ilustrações, diferentemente do material tradicional quando o aluno já recebe a ilustração pronta para uso em sala de aula.

Além disso, cumpre destacar que em alguns momentos pode ser dispensada a necessidade da individualização do professor na situação do ensino, na medida em que os colegas podem auxiliar e servir como tutores, e o próprio estudante poderá com o tempo desenvolver autonomia para construir as ilustrações se tiver apenas instruções audiodescritas disponíveis.

Com respeito à portabilidade, podemos dizer que esta é uma característica que o KitFis apresenta, porque possui um tamanho relativamente portátil (20 centímetros de largura, 30 centímetros de comprimento e quatro centímetros de altura). Os participantes apontaram para a questão do peso que o kit apresenta devido a sua

estrutura física, mas ressaltaram que esse não é um problema considerável posto que o peso não impede sua locomoção.

A questão da durabilidade foi projetada no momento em que se iniciou a pensar no material que seria confeccionado o kit, e por esse motivo ele foi construído com metais que fossem duráveis e resistentes.

Durante entrevista os professores participantes deram sugestões para o aprimoramento do kit. Uma questão levantada é o problema da magnetização. Os professores apontaram e também foi constatado durante as filmagens que alguns pontos estão mais magnetizados do que outros na mesa magnética. Isso é um problema, pois algumas peças ficam fixas em alguns pontos e em outros ficam um pouco soltas, sendo que pontos mais magnetizados dificultam a remoção das peças.

Um ponto importante a ser ressaltado e que deva ser levado em consideração no aprimoramento do kit são os símbolos e índices que acompanham as ilustrações, como por exemplo, F para representar uma força; A, B que representam pontos, entre outros. Outra questão também foi apontada por um dos professores é a possibilidade de acrescentar no KitFis algumas equações em braile.

Percebe-se que de fato as ilustrações sem muitos detalhes e bidimensionais são as mais recomendadas para reproduzir no kit didático. Outro ponto a ser ressaltado é a qualidade tátil das peças, pois foi possível notar através da fala do aluno que as peças podiam ser percebidas com facilidade.

No geral pode-se concluir que a ideia do material é bastante válida, pois permite aos estudantes cegos terem acesso a ilustrações desenhadas no quadro pelo professor que só poderiam ter acesso pela audição. Como o ato de tocar é muito importante para o ensino e aprendizagem de cegos, o KitFis em questão reforça as práticas de inclusão escolar, pois é um meio que permite ao estudante com cegueira se apropriar dos conhecimentos juntamente com os demais estudantes videntes na mesma sala de aula do ensino regular.

Com esse protótipo construído entende-se que é o momento de realizar um aprimoramento baseado nas considerações levantadas pelos professores e pelo que observamos durante as filmagens das aulas dos professores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUMONT, J. **A imagem**. Trad. Estela dos Santos Abreu e Cláudio C. Santoro. Campinas – SP: Papirus. 319p. 1993.

AMARAL-LAUAND & MENDES, Fontes de Informação sobre Tecnologia Assistiva para Indivíduos com Necessidades Educacionais Especiais. In: MENDES, E. G. et al. (orgs). *Temas em educação especial: conhecimentos para fundamentar a prática*. 1ª ed. P. 472. 2008.

AMIRALIAN, M. L. T. M. **Comunicação e participação ativa**: A inclusão de pessoas com deficiência visual. In: AMIRALIAN, M. L. T. M. (org). *Deficiência visual: Perspectivas na contemporaneidade*. São Paulo: Vetor. 1ª. Ed. p. 270. 2009.

_____. **Compreendendo o cego**: uma visão psicanalítica da cegueira por meio de desenhos-estórias. São Paulo: Casa do Psicólogo. p. 321. 1997.

BATISTA, C. G. Formação de Conceitos em Crianças Cegas: Questões Teóricas e Implicações Educacionais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. jan-abr, v. 21 n. 1, p. 7-15, 2005.

_____. Crianças com deficiência visual: como favorecer sua escolarização? **Temas Psicologia**, v. 6, nº. 3, p. 217-229, 1998.

BELARMINO, J. **O Universo tátil**: Diferença e inclusão, a contemporaneidade desse debate. In: SOUZA, S. H. (org). *Itinerários da inclusão escolar: múltiplos olhares, saberes e práticas*. Canoas: Ed. ULBRA: Porto Alegre. p. 200. 2008.

BRASIL. **Recursos pedagógicos adaptados II**. Portal de ajudas técnicas para educação. Ministério da educação. Secretaria de educação especial. MEC /SEESP. 2009.

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

_____. Resolução CNE/CNB n. 2/01 de 11 de Fevereiro de 2001. **Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/resolucaocone.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2012.

BRUNO, M. M. G. **Educação infantil**: saberes e práticas da inclusão: dificuldades de comunicação sinalização: deficiência visual. Brasília: MEC, Secretaria de Educação Especial, 4. ed., 81 p., 2006.

CAMARGO, E. P. Reflexões: o ensino de Física, os alunos com deficiência visual e os parâmetros curriculares nacionais. **Revista Humanidades**. v. 3, p.41 - 57, 2003.

Referências Bibliográficas

_____. É possível ensinar física para alunos cegos ou com pouca visão? Proposta de atividades de ensino de física que enfocam o conceito de aceleração. **Física na Escola**, v.8, n.º. 1, p. 30 – 34, mai. 2007.

CARDEAL, M. **Ver com as mãos**: A ilustração tátil em livros para crianças cegas. Dissertação de Mestrado (Programa de pós graduação em artes visuais). Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. 139f. 2009.

_____. **Metáforas visuais** – redundâncias táteis. In: DUARTE, M. L. B. & PIEKAS, M. I. (orgs.) **Desenho infantil em pesquisas – Imagens Visuais e Táteis**. Curitiba: Insight editora, 2011, 185 p.

CERQUEIRA, J. B. & FERREIRA, M. A. Os recursos didáticos na educação especial. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, n.º 5, dez de 1996.

COSTA, L.G.; NEVES, M.C.D. Investigação em "Educação em Ciência" no Contexto da "Educação Especial". Algumas considerações sobre as dificuldades da pesquisa bibliográfica. **Revista Benjamin Constant (MEC)**. Rio de Janeiro: v.8, n.23, p.15-17, 2002.

COSTA, C. S. L. et al. **Análise do conceito de deficiência visual**: considerações para a prática de professores. In: COSTA, M. P. R. (org.) **Educação Especial: aspectos conceituais e emergentes**. São Carlos: EDUFSCar. 179 p. 2009.

CUNHA, A C. B. & ENUMO, S. R. F. Desenvolvimento da criança com deficiência visual (DV) e interação mãe-criança: Algumas considerações. **Psicologia, saúde & doenças**, v. 4, n.º. 1, 33-46, 2003.

DOMINGUES et al. **A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar**: os alunos com deficiência visual: baixa visão e cegueira. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2010.

DOMINICI, T.; OLIVEIRA, E.; SARRAF, V.; GUERRA, F. Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.30, n.4, São Paulo. Out/Dez de 2008.

DUARTE, M. L. B. **Desenho infantil e seu ensino a crianças cegas** – Razões e métodos. Curitiba: Insight editora, p. 204, 2011.

FERREIRA, S. M. S. et al. O desenvolvimento de noções prévias para o acesso ao conhecimento científico em escolares cegos dos anos iniciais. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2009.

FRANCO, J. R. & DIAS, T. R. S. **A pessoa cega no processo histórico**: um breve percurso. **Revista do Instituto Benjamin Constant**. ano 11, n.º.30. Rio de Janeiro: ICBENTRO, abr. 2005.

GASPAR, A. **Física**. São Paulo: ática. v. único. 2005.

Referências Bibliográficas

GASPARETTO, M. & NOBRE, M. **Avaliação do funcionamento da visão residual: educação e reabilitação.** In: MASINI, E. F. S (Org.). *A pessoa com deficiência Visual: um livro para educadores.* São Paulo: Vetor. 2007.

IBGE, censo demográfico 2000. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/populacao/deficiencia_Censo2000.pdf> Acesso em: 02 mar. de 2011.

IBGE, censo demográfico 2010. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/censo2010/resultados_do_censo2010.php> Acesso em: 19 abr. de 2012.

INEP. **Censo Escolar.** Sinopse Estatística 2000, 2006 e 2009.

KING, A. J.; CALVERT, G. A. Multisensory integration: perceptual grouping by eye and ear. **Current Biology**, v. 11, n. 8, p. 322-325, 2001.

LIMA, D. F. C & BERQUÓ, A. F. Museu através do toque: a inclusão social da pessoa com deficiência visual. **Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, v.18, n.º. 51, p. 5-12, abr. 2012.

MASINI, E. F. A educação do portador de deficiência visual - as perspectivas do vidente e do não vidente. **Em Aberto**, Brasília, ano 13, n.60, p. 61 -76, out./dez. 1993.

MÁXIMO, A. & ALVARENGA, B. **Física.** São Paulo: Scipione, v. único. 1997.

_____. **Curso de Física.** v. 1. São Paulo: Scipione. 2005.

_____. **Curso de Física** (coleção curso de Física). São Paulo: Scipione. v. 2. 2005a.

_____. **Curso de Física** (coleção curso de Física). São Paulo: Scipione. v.3. 2005b.

MAZZOTTA, Marcos José Silveira. **Educação Especial no Brasil: História e políticas públicas.** São Paulo: Cortez, 1996.

MEDEIROS, A.; et al. Uma estratégia para o ensino de associações de resistores em série/paralelo acessível a alunos com deficiência visual. In: XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luís-MA, 2007, **Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física.** Disponível em:
<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0460-1.pdf>> Acesso em: 14 mar. 2011.

MENDES, E. G. A educação inclusiva e a universidade brasileira. **Espaço**, Rio de Janeiro, v. 18, n.º 19, p. 42-4, 2003.

Referências Bibliográficas

- MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da Percepção**. Livraria Martins Fontes Editora Ltda., São Paulo. Tradução Carlos Alberto Ribeiro de Moura. 1999.
- MITTLER, P. **Educação Inclusiva: contextos sociais**. Porto Alegre: Artmed, 2003
- MORAIS, D. F. A aquisição de conceitos, a formação da imagem mental e a representação gráfica de cegos precoces e tardios: relato de um percurso. In: **4º Ciclo de investigações PPGAV/UEDESC**. Florianópolis. 2009.
- NUNES, S. & LOMÔNACO, J. F. B. O aluno cego: preconceitos e potencialidades. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, SP. Vol. 14, Nº 1, Jan./Jun. p. 55-64. 2010.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. v. 4. Edgard Blücher LTDA, São Paulo - SP. 2002.
- OLIVEIRA, R. F. C. **Desbrailização: Realidade e Perspectivas**. In: AMIRALIAN, M. L. T. M. **Deficiência visual: Perspectivas na contemporaneidade**. 1ª. Ed. São Paulo: Vetor, 2009.
- KUMAR, D. D. ; RAMASAMY, R. & STEFANICH. Science for Students with Visual Impairments: Teaching Suggestions and Policy Implications for Secondary Educators. **EJSE: Electronic Journal of Science Education**. vol. 5, nº. 3, 2001.
- RANGEL, M. L. et al. Deficiência visual e plasticidade no cérebro humano. **Psicologia: Teoria e Prática**, 12(1), p. 197-207, 2010.
- SACKS, O. **Um antropólogo em Marte: sete histórias paradoxais**. Tradução: Bernardo Carvalho. São Paulo: Companhia das Letras. 2003.
- SAMPIERI, R.H.; COLLADO, C.F.; LUCIO, P.B. **Metodologia de pesquisa**. 3.ed. São Paulo: MMcGraw Hill, 2006.
- SANT'ANA, I. M. Educação inclusiva: Concepções de professores e diretores. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 10, n. 2, p. 227-234, mai./ago. 2005.
- SELAU, B. Educação inclusiva e deficiência visual: Algumas considerações. **Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, v.16, nº. 45, p. 5-12, abr. 2010.
- SICARD, M. Os paradoxos da imagem. **Rua**, Campinas. nº. 6, p. 25-36, 2000.
- SILVA, H. C. et al. Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 2, p. 219-233, 2006.
- SMITH, D. D. **Introduction to Special Education: Making a Difference**. 6. ed. United States of America: Allyn and Bacon, p. 593, 2007.
- VENTURA, L. & NETO, J. C. C. Ametropias Oculares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 17, n. 4, p. 305 -316, dez. 1995.

Referências Bibliográficas

YOUNG, H. D. & FREEDMAN, R. A. **Física IV: Ótica e Física Moderna**. 10ª ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004. v. 4.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. v. 4. Edgard Blücher LTDA, São Paulo - SP. 2002.

PASSOS, E. C. et al. Comportamento ótico do olho e suas ametropias. **Caderno de Física da UEFS**. vol. 06. n°. 2, p. 07-18, 2008.

PASCUAL-LEONE, A. & HAMILTON, R. The metamodal organization of the brain. In: CASANOVA, C.; PTITO, M. (Ed.). **Vision: from neurons to cognition, progress in brain research**. Amsterdam: Elsevier, 2001. v. 134, p. 427-445.

SEVILLA, J. et al. Physics for blind students: a lecture on equilibrium. *Physics Education*. n°. 4, v. 26. p. 227-230, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **El niño ciego**. In: _____. *Obras escogidas V: fundamentos de defectologia*. Madrid: Visor, 1997.