

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS  
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO DE FÍSICA A ALUNOS  
DEFICIENTES VISUAIS: “UM OLHAR DIFERENTE PARA O ESPELHO”**

Manual para ensino de óptica geométrica

Parte I

Maurisete Fernando Ferreira

## Sumário

<b>1.</b>	<b>ÓPTICA GEOMÉTRICA</b>	
1.1	UNIDADE I: RAIOS DE LUZ, PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA E APLICAÇÕES .....	5
1.1.1	PRIMEIRA AULA: RAIOS DE LUZ .....	5
1.1.2	SEGUNDA AULA: FEIXE LUMINOSO .....	7
1.1.3	TERCEIRA AULA: PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA.....	8
1.1.4	QUARTA AULA: FONTES DE LUZ.....	11
1.1.5	QUINTA AULA: MEIOS ÓPTICOS .....	14
1.1.6	SEXTA AULA: ECLIPSE SOLAR .....	16
1.2	UNIDADE II: REFLEXÃO DA LUZ .....	18
1.2.1	PRIMEIRA AULA: TIPOS DE REFLEXÃO .....	18
1.2.2	SEGUNDA AULA: LEIS DA REFLEXÃO .....	19
1.3	UNIDADE III: FORMAÇÃO DE IMAGEM EM ESPELHO PLANO .....	20
1.3.1	PRIMEIRA AULA: IMAGEM DE UM PONTO EM UM ESPELHO PLANO .....	20
1.3.2	SEGUNDA AULA: IMAGEM DE UM CORPO EXTENSO EM UM ESPELHO PLANO .....	22
<b>2</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>24</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>

*A meus pais Adalir de Freitas Ferreira e Maximiano Ferreira (in memoriam) que sempre me incentivaram, me apoiaram e me amaram de forma incondicional. À minha Esposa Helena que está sempre ao meu lado me apoiando e incentivando. E aos meus filhos que me inspiram. Dedico este trabalho a eles com todo o meu amor.*

**Natal ,11 de Agosto de 2014**

Caro professor,

Buscamos neste trabalho desenvolver uma metodologia voltada para você, professor do ensino médio, cuja intenção é promover um aprendizado mais efetivo e significativo para o aluno, conforme prevê a proposta curricular para o Ensino Médio, difundida pelos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Nessa direção, apresentamos um roteiro com planejamento de aulas abordando tópicos de Óptica geométrica que foram ministrados a uma turma de alunos com deficiência visual que se preparavam para prestar o vestibular.

As atividades têm o intuito de propiciar discussões acerca do assunto estudado durante todo o processo de ensino-aprendizagem, ampliando o diálogo aluno-aluno e aluno-professor. Ressaltando que este material é uma introdução ao estudo da Óptica geométrica, ou seja, aborda os princípios de Óptica geométrica, as leis da reflexão e espelhos planos.

Os recursos utilizados foram maquetes feitas de madeira, pregos, parafusos, linhas e miçangas, em algumas situações também foram usados barbantes, papel e tintas de alto relevo. Estes materiais, todos de baixo custo, foram utilizados com a finalidade de ilustrar e auxiliar na compreensão do assunto tratado.

Esperamos que a proposta, apresentada nesse material, possibilite situações de aprendizagem que permitam ao aluno pensar o seu cotidiano, a partir de diferentes pontos de vista, desenvolvendo competências necessárias para entender e intervir na sua realidade. Esperamos também que, a partir deste material, o professor possa desenvolver seu próprio curso, dando prosseguimento ao conteúdo de Óptica geométrica e outros assuntos.

Bom trabalho!

Nas seções seguintes são apresentados os planos de aula elaborados sobre tópicos de Óptica geométrica para alunos deficientes visuais. O roteiro é composto por três unidades, sendo que na Unidade I discutem-se os temas: raios de luz, princípios da Óptica geométrica e algumas aplicações (dez aulas); na Unidade II abordam-se em duas aulas os tipos de reflexão da luz e suas leis; e na Unidade III é discutida em duas aulas a formação de imagens em espelhos planos por objetos puntiformes e extensos.

## 1. ÓPTICA GEOMÉTRICA

### 1.1 Unidade I: Raios de luz, princípios da Óptica geométrica e aplicações

**Ementa:** Raio de luz, feixe de luz, princípios da Óptica geométrica, meios ópticos, fonte extensa e fonte pontual, eclipse solar.

**Objetivo geral:** Permitir que o aluno com deficiência visual possa conhecer, identificar e compreender o conceito de raio e feixe de luz, e os princípios da óptica geométrica.

**Objetivos específicos:** Estabelecer com o aluno deficiente visual uma representação da luz, tendo como questão fundamental a definição de raio de luz. Utilizar esta representação como ponto de partida para entender os três princípios da Óptica geométrica e outros fenômenos ópticos.

**Metodologia:** Aula expositiva dialógica. Utilização de recursos instrucionais elaborados com barbante, madeira, cola, papel. Utilização de apostila em braille.

#### 1.1.1 PRIMEIRA AULA: RAIOS DE LUZ

#### **Problema: Como representar raios de luz para alunos com deficiência visual?**

Em Óptica geométrica – parte da física que estuda os fenômenos luminosos – o conceito de raio de luz é básico para o entendimento de várias situações. Considere a fresta de uma janela num cômodo escuro, atravessada por uma luz, ou um farol marítimo emitindo luz durante a noite. Estes fenômenos sugerem ao observador que o caminho percorrido pela luz pode ser representado por uma reta orientada denominada raio de luz. (MÁXIMO; ALVARENGA; 2000). Esta reta orientada é representada para os videntes como uma seta cuja orientação indica a direção em que o raio de luz está propagando-se, como mostrado na figura 3.

**Figura 3 - Representação tradicional de um raio de luz.**



**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Na figura 4 é mostrada a maquete elaborada para representar um raio de luz por meio de um barbante esticado, preso por dois pregos. Em uma das extremidades do barbante foi colocada uma miçanga grande, simulando a extremidade de onde partiu o raio de luz. Assim, a miçanga permite que o aluno deficiente visual saiba em qual direção a luz está se propagando. Para dar orientação ao raio de luz, utilizam-se miçangas de tamanhos diferentes presos nas extremidades do barbante. Define-se com eles o sentido que a luz propaga, ou seja, de onde ela parte e aonde ela chega. Análogo a uma seta desenhada que foi utilizada para mostrar a um aluno vidente, de onde parte e para onde segue o raio de luz.

**Figura 4- Maquete representando um raio de luz.**



**Fonte: Fotos do autor.**

O uso de barbante é adequado para mostrar ao aluno deficiente visual que a luz propaga-se de forma retilínea e possui orientação. Desta forma, os alunos cegos podem visualizar por meio do tato a representação de um raio de luz.

Na foto à esquerda da figura 5 é mostrado um aluno usando um material feito de barbante, pregos e miçangas em uma tábua, e à direita é mostrada uma foto da luz de um laser propagando em linha reta em um meio homogêneo.

**Figura 5– Representação do raio de luz pela maquete e raio de luz real.**



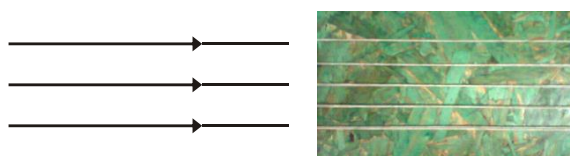
**Fonte: Fotos do autor.**

### **1.1.2 SEGUNDA AULA: FEIXE LUMINOSO**

Feixe luminoso é um conjunto de raios luminosos, podendo ser de três tipos: paralelos, convergentes e divergentes. Para representá-los em um painel de madeira utilizam-se pregos, barbante e miçangas. É importante sempre descrever, detalhar e explicar para o aluno que as maquetes são representações que auxiliam na visualização do modelo utilizado para o fenômeno, e a partir dessas representações o professor pode explicar os conceitos.

Explorando mais esta atividade, foram disponibilizados vários barbantes presos à tábua de forma que os estudantes pudessem representar os feixes de luz: paralelos, convergentes e divergentes. A partir do mesmo procedimento, os alunos foram orientados a tocar os “feixes”, descrevendo e explicando os conceitos de feixes paralelos, divergentes e convergentes. Todos estes conceitos são fundamentais para se entender os fenômenos da Óptica geométrica, principalmente a formação de imagem em espelhos planos.

**Figura 6 – Representação de um feixe paralelo pela maquete.**

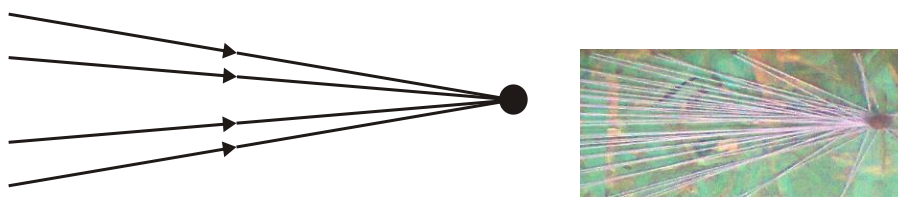


**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Em um feixe paralelo, os raios são retas paralelas, como mostrado na figura 6. Observe que o barbante reproduz a representação tradicionalmente feita dos feixes paralelos, com setas paralelas apontando na mesma direção e sentido. O aluno poderá perceber com as mãos a propriedade em questão. O professor deve explicar detalhadamente que os raios de luz podem ter esta propriedade, ou seja, ser paralelos e citar como exemplo a luz do laser, a luz de um farol de carro ou a luz do Sol que chega à Terra.

Em um feixe convergente, os raios convergem para um mesmo ponto, como mostrado na figura 7.

**Figura 7 – Representação de um feixe convergente pela maquete.**

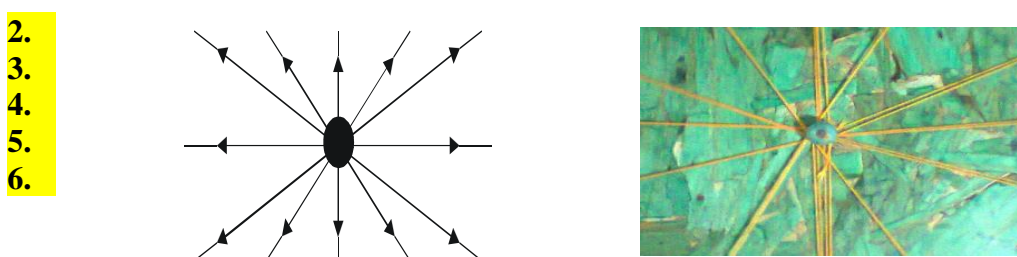


**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O aluno ao tatear a maquete perceberá que os barbantes (representação do raio de luz) estão chegando a um ponto vindo de direções diferentes. O ponto de chegada é representado por um prego na madeira. A ideia é mostrar que raios de luz, assim como os barbantes, convergem para um ponto e estes raios são denominados feixe convergente. O professor pode citar como exemplo prático, os raios de luz ao atravessar uma lente convergente.

Em um feixe divergente, os raios divergem de um mesmo ponto, como mostrado na figura 8. O feixe divergente é representado por uma maquete em que os barbantes partem de um ponto central. Ao tatear a maquete, o aluno percebe que os barbantes vão se afastando um do outro à medida que se afastam do ponto central, marcado por uma miçanga pregada no centro. Este ponto central será a representação de uma fonte pontual. O professor pode citar o exemplo da propagação da luz de uma vela acesa.

**Figura 8– Representação de um feixe divergente pela maquete.**



**Fonte: Elaborado pelo autor.**

### **1.1.3 TERCEIRA AULA: PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA**

Para abordar o princípio de propagação retilínea da luz os alunos com deficiência visual exploram a tábua com as mãos, enquanto o professor descreve e orienta o aluno



quanto aos fenômenos. O aluno ao tocar o barbante com as mãos verifica a propagação retilínea e a orientação do raio de luz através de miçangas diferentes presas nas extremidades do barbante.

***Propagação retilínea da luz:*** De acordo com o primeiro princípio da Óptica geométrica em meios transparentes e homogêneos, a luz se propaga em linha reta. Observação: A luz se propaga no vácuo.

**Figura 9 – Representação da propagação retilínea da luz pela maquete.**



**Fonte: Fotos do autor.**

Na figura 9 tem-se um aluno tateando a maquete que representa um raio de luz, evidenciando a propriedade retilínea da luz. Nesta etapa utiliza-se um barbante para representar concretamente, através do tato, o raio de luz. Colando este barbante em uma folha de papel ou prendendo-o esticado com pregos em uma tábua, o aluno ao tocá-los e apalpá-los, explorando o material, passa a representá-lo posteriormente sob a forma de um conceito científico adquirido com o auxílio do professor.

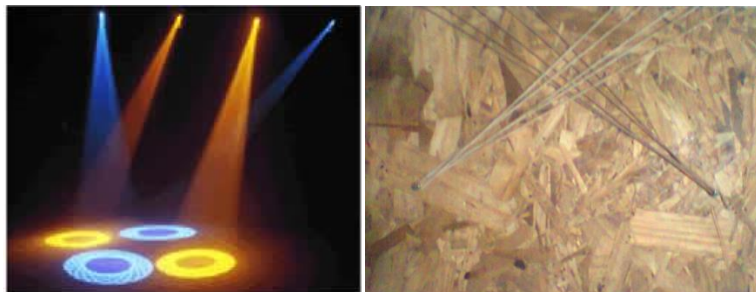
O princípio da independência dos raios de luz pode ser explicado cruzando os barbantes esticados na tábua. Neste momento é importante o professor explicar que os raios de luz, assim como os barbantes, se cruzam e seguem suas trajetórias de forma independente.

***Independência dos raios luminosos:*** De acordo com o segundo princípio da Óptica geométrica se dois ou mais raios de luz, vindos de fontes diferentes, se cruzam, e seguem suas trajetórias de forma independente como se os outros não existissem. (MÁXIMO; ALVARENGA, 2000)

A figura 10 mostra à esquerda feixes de luz coloridos se cruzando e cada um seguindo sua trajetória independente um do outro. Na mesma figura, à direita, é mostrada

a representação de dois feixes se cruzando e cada um seguindo a sua trajetória independentemente.

**Figura 10 – Independência dos raios luminosos e sua representação pela maquete.**



Fonte: (esquerda) (ALUNOS ONLINE, 2012) e (direita) fotos do autor.

**Figura 11– Aluno manuseando a maquete que representa a independência dos raios luminosos.**



Fonte: Fotos do autor.

As fotos da figura 11 mostram o aluno tateando e identificando o princípio da independência dos raios de luz seguindo a sequência: início da propagação, ponto de interseção e depois de se cruzarem.

O princípio da reversibilidade da luz pode ser mostrado utilizando um barbante e três pregos, cada prego representa um ponto onde o raio passará como mostra a figura 12.

***Reversibilidade dos raios de luz:*** O terceiro princípio da Óptica geométrica diz que se um raio luminoso se propaga em uma direção e em sentido arbitrário, outro raio poderá

propagar-se na mesma direção em sentido contrário. (MÁXIMO; ALVARENGA, 2000)

O barbante representa o trajeto de um raio de luz. Dessa maneira, se o raio de luz parte do ponto A (representado pelo prego de uma das extremidades), passa pelo ponto B (prego do meio) e chega ao ponto C (prego da outra extremidade), então, pelo princípio da reversibilidade, tem-se que se o raio de luz partir do ponto C, e passar por B, ele chegará ao ponto A.

**Figura 12 – Representação da reversibilidade dos raios luminosos.**



Fonte: Foto do autor.

O professor ao explicar este fenômeno deve conduzir o aluno pela mão seguindo a direção do barbante e descrevendo o fenômeno. O objetivo é que o aluno perceba que o caminho que a luz faz quando sai de um ponto A ou C passando por B é o mesmo.

**Figura 13 – Representação da reversibilidade dos raios luminosos.**



Fonte: [www.idelfranio.blogspot.com](http://www.idelfranio.blogspot.com)

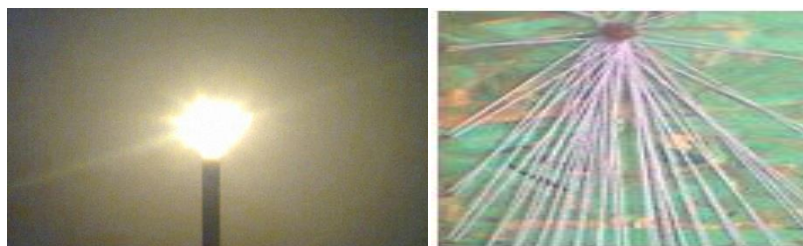
#### **1.1.4 QUARTA AULA: FONTES DE LUZ**

Nesta aula é muito importante relatar as características de uma fonte, se ela é primária ou secundária, extensa ou pontual. Estes conceitos são fundamentais para entender o que é sombra e penumbra.

Fonte de luz é todo corpo que tem a capacidade de emitir luz, todo corpo visível. Alguns corpos emitem luz própria e por isso são denominados de fonte de luz primária, como o Sol, lâmpadas elétricas, vela acesa. As fontes secundárias são corpos iluminados por fontes primárias, ou seja, que não possuem luz própria. As fontes secundárias constituem a classe de todos os objetos que, por reflexão, retransmitem a luz que recebem. Exemplos de fontes secundárias são os planetas e satélites do sistema solar, e de um modo geral todos os objetos que enxergamos que não emitem luz própria.

As fontes de luz podem ser classificadas como puntiforme ou extensa. Uma fonte é considerada puntiforme quando suas dimensões são desprezíveis em relação à distância em que são observadas. As estrelas observadas da Terra são consideradas fontes puntiformes de luz. Na figura 14 é mostrada a foto de uma vela como exemplo de uma fonte puntiforme e a sua representação na maquete. A miçanga representa a fonte de luz de onde partem os raios.

**Figura 14 - Representação de uma fonte puntiforme.**



**Foto ilustrando a luz proveniente de uma vela (esquerda) e sua representação na maquete utilizando barbantes e prego (direita). Fonte: Fotos do autor.**

Uma fonte emissora de luz é denominada fonte extensa quando suas dimensões não podem ser desprezadas em relação à distância em que são observadas.

**Figura 15 – Representação de uma fonte extensa**



**Foto ilustrando a luz proveniente de uma lâmpada fluorescente (esquerda) e sua representação na maquete utilizando barbantes e prego (direita). Fonte: Fotos do autor .**

A figura 15 mostra uma lâmpada fluorescente, que se for observada no teto da sala pode ser tratada como uma fonte extensa de luz, e a sua representação na maquete feita com com linhas e miçangas. Cada miçanga representa uma fonte puntual e o somatório delas formam a fonte extensa. Observe que de cada miçanga saem raios em todas as direções.

A figura 16 mostra de forma esquemática como se ocorre a formação de sombra e penumbra. Quando a luz proveniente de uma fonte de luz extensa incide sobre um obstáculo é formada no anteparo uma região de sombra e penumbra, conforme mostrado nas situações à esquerda e no meio da figura 16.

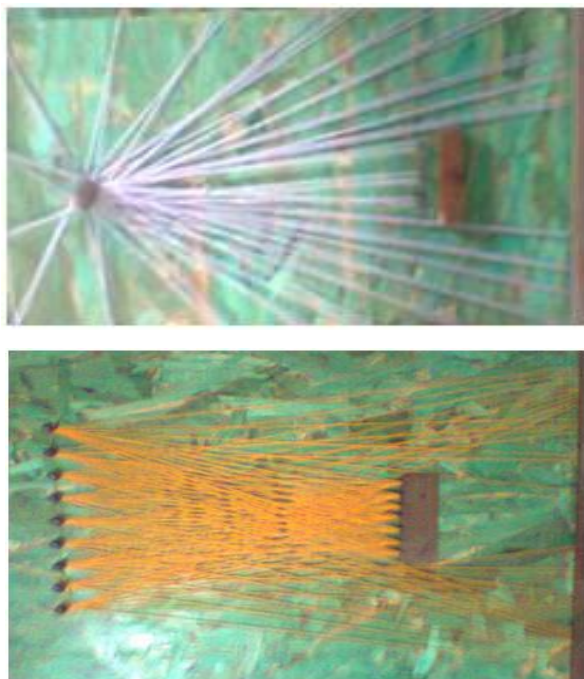
**Figura 16 – Esquema mostrando a formação de sombra e penumbra.**



**Fonte: Foto retirada de (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2011)**

Quando a fonte é puntiforme haverá somente a região de sombra, como mostrado no quadro direito da figura 16. Na figura 17 são mostradas as maquetes elaboradas para representar a formação de sombra e penumbra.

**Figura 17 – Representação de sombra e penumbra na maquete.**



**Fonte: Fotos do autor.**

Ao tatear as duas maquetes (figura 17), com a orientação do professor, o aluno perceberá que sombra é a região em que não chega nenhum raio de luz (no caso nenhum barbante) e penumbra é a região em que chegam alguns raios de luz (alguns barbantes).

### ***1.1.5 QUINTA AULA: MEIOS ÓPTICOS***

Deixar a luz passar, devolvê-la ou absorvê-la, são efeitos resultantes da interação entre matéria e luz. Em algumas situações, um desses efeitos pode ser predominante sobre os demais. Assim sendo, os meios ópticos são classificados como: transparentes, translúcidos e opacos.

Os meios transparentes permitem a passagem da luz e uma visualização nítida dos objetos. A figura 18 mostra um raio de luz vermelho (laser) atravessando um copo com água (meio transparente), e sua representação na maquete. Os barbantes atravessam o filete de madeira colocado como obstáculo para os raios de luz. O objetivo da representação é mostrar que a luz ao atravessar um meio transparente descreve trajetórias regulares e bem definidas. São exemplo de meios transparentes o ar, a água, vidro e os cristais perfeitamente polidos. Neste ponto é importante esclarecer ao aluno que um bloco

de madeira é opaco, e que a sua utilização na maquete é representar um bloco de vidro, por exemplo.

**Figura 18: Representação de um meio transparente na maquete.**



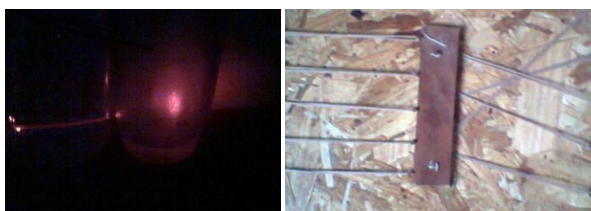
**Fonte: Fotos do autor.**

Meios translúcidos são aqueles que permitem a passagem de uma parte da luz incidente, e por essa razão não há uma visualização nítida do meio. Isto é, são meios pelos quais os feixes de luz descrevem trajetórias irregulares com intensa difusão, assim, a luz se espalha sobre o meio no qual está se propagando. Nesses meios a luz consegue passar, porém seus feixes sofrem desvios na orientação por causa da constituição do material sobre o qual a luz está incidindo.

A foto à esquerda da figura 19 mostra um raio laser atravessando um vidro fosco, observe que ele é espalhado, ou seja, a luz atravessa o meio, mas não permite uma visualização nítida deste. Na foto à direita da figura 19 tem-se uma maquete que representa um feixe paralelo que sofre desvios ao atravessar um meio opaco, representado pelo filete de madeira.

Exemplos de meios translúcidos são vidro fosco e papel vegetal.

**Figura 19: Representação de um meio translúcido na maquete.**



**Fonte: Fotos do autor.**

Os meios opacos não permitem a passagem da luz. A luz, após incidir sobre os meios opacos, é parcialmente absorvida e parcialmente refletida. A parte que é parcialmente absorvida é transformada em energia, como a energia térmica.

**Figura 20: Representação de um meio opaco na maquete.**



**Fonte: Fotos do autor.**

Na figura 20 são mostradas fotos de um objeto opaco iluminado pela luz de uma vela, e sua representação na maquete. Nesse tipo de meio a luz não se propaga, assim, os barbantes não atravessam o filete de madeira. Exemplos de meios opacos são parede de concreto, madeira, folhas das plantas e os objetos de cor escura, incluindo o preto, que apresentam a característica de absorverem, pelo menos, parte da luz neles incidentes.

#### ***1.1.6 SEXTA AULA: ECLIPSE SOLAR***

Uma região no eclipse solar fica totalmente escura, porque nenhuma luz solar atinge-a. Esta região é denominada de sombra. Entretanto, uma região de eclipse parcial é atingida por uma fração da luz solar. Nesta região, o observador poderá ver parte do Sol, razão pela qual essa região é denominada penumbra. No esquema da figura 21 são mostradas estas regiões.

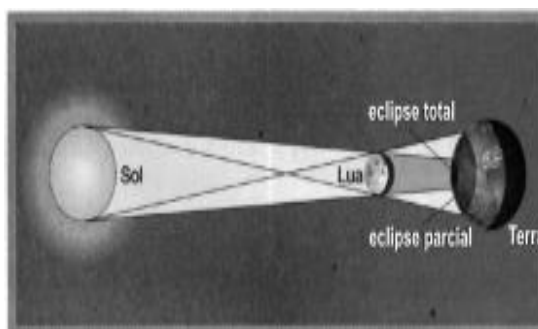
Os eclipses solar e lunar são fenômenos que evidenciam o princípio da propagação retilínea da luz, além de evidenciar que o sol é uma fonte de luz extensa.

**7.**

**Figura 21 – Esquema de um eclipse solar.**



Fonte: Foto retirada de  
FILHO; TOSCANO,



(GONÇALVES  
2011)

Esta aula permite explicar aos alunos um fenômeno astronômico. A escolha de trabalhar o eclipse solar partiu de questionamentos feitos pelos alunos durante as aulas. Na figura 22 é mostrado um aluno tateando a maquete que representa o eclipse solar. O Sol é representado como uma fonte extensa de luz, em que cada prego da extremidade direita (formando uma fileira de pregos) representa uma fonte puntiforme de luz, da qual se propagam os barbantes, iluminando o ambiente. Ao incidir na Lua, meio opaco, os barbantes não podem propagar mais. Desta maneira, um observador na Terra pode perceber regiões de sombra ou penumbra. Durante o procedimento, o professor deve descrever detalhadamente o que é o eclipse e os conceitos físicos relacionados com o fenômeno.

Depois de trabalhar a teoria da Unidade I com os alunos são feitos exercícios. Alguns exercícios foram transcritos em Braille, enquanto outros foram ditados pelo professor e feitos em conjunto.

**Figura 22 – Representação do eclipse solar na maquete.**



**Fontes:** Fotos do autor.

## 1.2 UNIDADE II: REFLEXÃO DA LUZ

**Ementa:** Reflexão da luz, tipos de reflexão, leis da reflexão.

**Objetivo geral:** Permitir que o aluno com deficiência visual possa conhecer, identificar e compreender o conceito de reflexão da luz, raio incidente, raio refletido, normal, reflexão especular e difusa.

**Objetivos específicos:** Estabelecer com o aluno deficiente visual uma representação da reflexão da luz, tendo como questão fundamental as leis da reflexão e os tipos de reflexão. Utilizar esta representação como ponto de partida para entender a formação de imagens em espelhos planos.

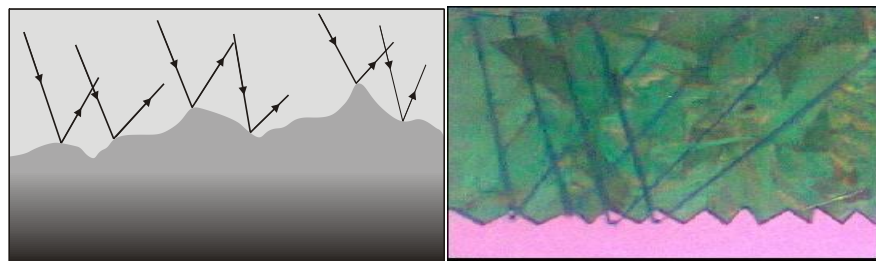
**Metodologia:** Aula expositiva dialógica. Utilização de recursos instrucionais elaborados com barbante, madeira, cola, papel. Utilização de apostila em braille.

A reflexão da luz é o fenômeno no qual um raio luminoso, após incidir sobre uma superfície polida, retorna ao meio de origem. A reflexão pode ser difusa ou especular.

### 1.2.1 PRIMEIRA AULA: TIPOS DE REFLEXÃO

A reflexão difusa ocorre quando um feixe de raios paralelos incide sobre uma superfície irregular, espalhando o feixe em todas as direções, não permitindo formação de imagens. É a reflexão difusa que permite que os objetos que não possuem luz própria sejam vistos. Na figura 23 é mostrada a representação da reflexão difusa utilizando barbante, pregos e papel picotado, juntamente com o esquema que serviu de modelo.

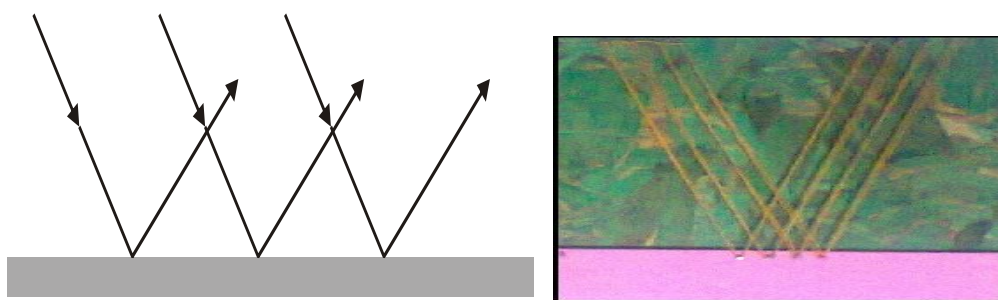
**Figura 23 – Representação da reflexão difusa na maquete.**



**Fonte: desenho e foto do autor.**

A reflexão especular ocorre quando um feixe de raios paralelos incide sobre uma superfície polida, assim o feixe refletido não se espalha, propiciando a formação de imagens. Na maquete é feita uma representação por meio de pregos, barbante e papel, do esquema da reflexão especular mostrado na figura 24.

**Figura 24 – Representação da reflexão especular na maquete.**



**Fonte: Desenho e foto do autor.**

### **1.2.2 SEGUNDA AULA: LEIS DA REFLEXÃO**

A reflexão de um raio luminoso que incide uma superfície obedece a duas leis. A primeira lei diz que os raios incidentes, os raios refletidos e a reta normal à superfície de

reflexão são coplanares. De acordo com a segunda lei o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência,  $i = r$ .

**Figura 25 – Representação das leis da reflexão na maquete.**



**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Na figura 25 é mostrado um artefato de madeira, em que cada ripa larga representa os feixes de luz incidente e refletido, e a ripa mais fina representa a normal. Na sequência da figura 25 é mostrado um aluno manuseando a maquete e um esquema geralmente utilizado nos livros didáticos para representar a reflexão para alunos videntes. O objetivo é o aluno perceber a relação entre os ângulos de incidência, de reflexão e a normal.

### 1.3 UNIDADE III: FORMAÇÃO DE IMAGEM EM ESPELHO PLANO

**Ementa:** Formação de imagem em espelhos planos.

**Objetivo geral:** Permitir que o aluno com deficiência visual possa conhecer, identificar e compreender como ocorre a formação de imagens em espelhos planos.

**Objetivos específicos:** Estabelecer com o aluno deficiente visual uma representação da formação de imagens de objetos puntiformes e extensos em espelhos planos, tendo como questão fundamental as leis da reflexão.

**Metodologia:** Aula expositiva dialógica. Utilização de recursos instrucionais elaborados com barbante, madeira, cola e papel. Utilização de apostila em braille.

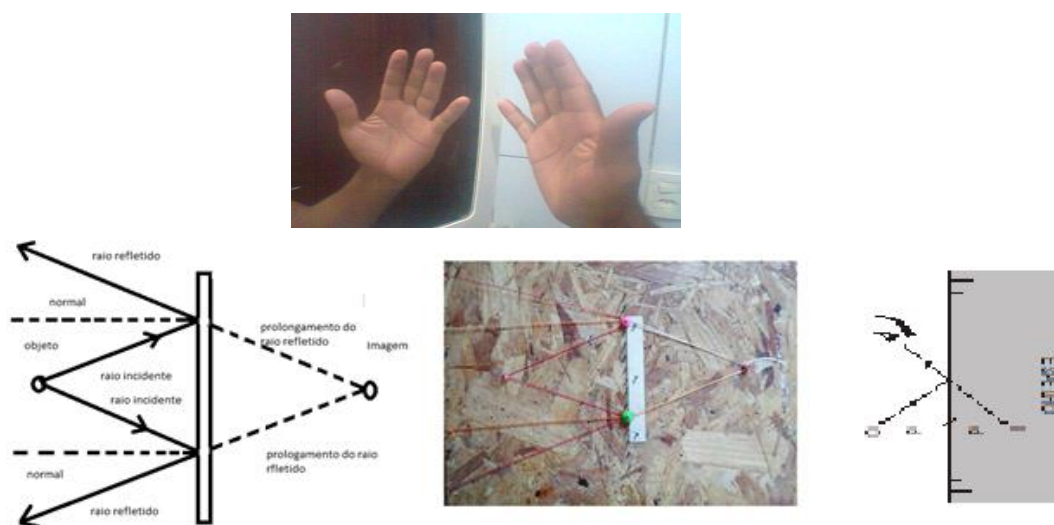
#### 1.3.1 PRIMEIRA AULA: IMAGEM DE UM PONTO EM UM ESPELHO PLANO

Um espelho plano é uma superfície lisa e plana. Os raios de luz que incidem sobre esta superfície sofrem uma reflexão especular. Se um objeto puntiforme é colocado próximo a um espelho plano, os raios de luz emitidos pelo objeto são refletidos pelo

espelho, e o prolongamento destes raios converge para um ponto, formando a imagem do objeto. Um espelho plano produz sempre uma imagem virtual direta e de dimensões iguais às do objeto. A distância do objeto ao espelho é igual à distância da imagem ao espelho.

8.

**Figura 26 – Esquema da imagem formada por um espelho plano e a representação feita na maquete.**



**Fonte: Apostila de física da Associação pré UFMG- modulo 2 e foto do autor.**

No diagrama da figura 26 um raio de luz sai do objeto O e incide no espelho plano, sofre uma reflexão especular, atingindo os olhos do observador. O prolongamento do raio refletido encontra-se com o raio que incide perpendicularmente ao espelho. Neste ponto de encontro forma-se uma imagem I virtual do objeto. O observador tem a impressão que os raios luminosos divergem do ponto I. Ou seja, o espelho plano dá a impressão de que existe outro objeto semelhante, colocado atrás do espelho. No diagrama pode-se observar a simetria na distância do objeto O e da imagem I à superfície do espelho.

**Figura 27 – Foto da imagem da mão direita formada por um espelho plano.**

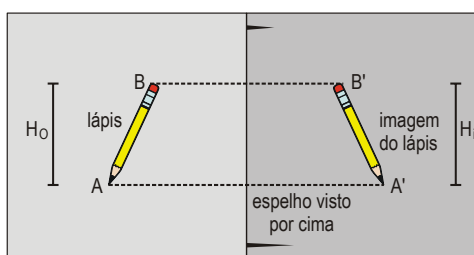
Fonte: Foto do autor.

Na figura 27 é mostrada a foto de uma mão e de sua imagem em um espelho plano. Observe que a imagem da mão direita muda a lateralidade, dando a impressão de que existe uma mão esquerda dentro do espelho.

### 1.3.2 SEGUNDA AULA: IMAGEM DE UM CORPO EXTENSO EM UM ESPELHO PLANO

Para determinar a imagem de um objeto extenso em um espelho plano, deve-se determinar a imagem de cada ponto do objeto. A figura 28 é um diagrama explicativo mostrando como os raios de luz de um objeto extenso são refletidos por um espelho plano e formam a imagem do objeto, dando a impressão de que o objeto está atrás do espelho. Observe que a altura do objeto ( $H_0$ ) é igual à altura da imagem ( $H_I$ ).

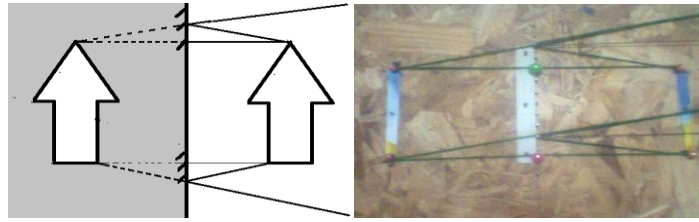
Figura 28 – Diagrama da imagem de um corpo extenso por um espelho plano.



Fonte: Apostila de física da Associação pré-UFMG: módulo 2.

A figura 29 é uma maquete feita na madeira que representa um espelho plano e a imagem de um objeto extenso, reproduzindo o modelo do diagrama mostrado. Os barbantes representam dois raios de luz saindo do objeto situado à direita e refletindo no espelho, um raio incide perpendicularmente sobre o espelho e volta sobre ele mesmo, enquanto que o outro raio incide em um ângulo  $i$  com a normal e é refletido no mesmo ângulo com a normal. O prolongamento destes dois raios luminosos é feito por barbantes que “atravessam” o espelho e se encontram atrás deste. O ponto de encontro destes raios define a imagem do objeto. Esse procedimento é feito com a extremidade inferior e superior do objeto.

Figura 29 – Representação da imagem de um corpo extenso em um espelho plano.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi desenvolvido um Curso de Óptica geométrica adaptado para alunos com deficiência visual. O Curso é composto por um conjunto de atividades para introduzir conceitos e fenômenos relacionados às propriedades da luz.

O desenvolvimento deste trabalho teve como fator motivador gerar um ponto de partida para outros professores que, ao deparar com um aluno com deficiência visual ao entrar em uma sala de aula, saiba por onde direcionar a sua prática docente.

Esse trabalho encontra suas raízes na experiência pedagógica na associação Pré UFMG, que desde seu início trouxe as seguintes indagações: É possível ensinar física a estudantes cegos? É possível ensinar Óptica a estudantes cegos? Como? Foi a partir do sim às duas primeiras indagações que a terceira indagação tornou-se o problema central dessa pesquisa, levando-nos à construção de um produto, que foi elaborado e testado junto a estudantes cegos.

A experiência de ensinar física a alunos deficientes visuais mostrou a importância, no caso dos professores, da individualidade do aluno. Assim, foi essencial adotar metodologias diferenciadas que contribuam para a apreensão do quadro de relações que envolveram os sujeitos dessa pesquisa. Essas informações direcionaram a elaboração de estratégias voltadas para o aprendizado efetivo de física por alunos deficientes visuais.

Neste contexto, as atividades tiveram como apoio três componentes práticos: Construção de materiais concretos; Desenvolvimento de uma linguagem baseada em representações; Participação e avaliação das aulas por estudantes cegos.

Antes de iniciar o Curso, os alunos foram entrevistados, de acordo com a metodologia de história oral de vida e temática, buscando identificar informações sobre sua deficiência visual, vivência escolar e conceitos prévios de Óptica geométrica. A utilização dessa metodologia foi crucial e a que mais se adequa às interações com estudantes com deficiência visual.

A construção de instrumentos e a utilização de uma linguagem adequada foram elaboradas a partir da vivência da prática pedagógica com estes alunos. Assim, foi desenvolvida ao longo do curso uma metodologia própria para ensinar Óptica geométrica.



O uso de barbantes e construtos que permitiram fazer as representações para explicar o processo de visão levou a discussões ricas, permitindo ao professor discutir e debater de forma sistemática os diversos níveis de deficiência visual, possibilitando também ao professor a desconstruir o senso comum que liga o cego a uma incapacidade.

Este procedimento mostra que o uso de uma linguagem tátil sensitiva pode ocupar o lugar de uma linguagem visual. A linguagem tátil faz uso de uma prótese para a compreensão de uma linguagem conceitual.

Embora, o uso de maquetes tenha se mostrado muito útil para o ensino de Óptica apresentou algumas limitações. Ela só pode ser usada por um aluno deficiente visual de uma vez, então se o professor tiver mais de um aluno, como no nosso caso, ele terá de explicar para cada um individualmente. Isto toma tempo. Desta forma a limitação é somente inicial e necessária. Outra informação importante é quanto o uso de madeira. O professor deve tomar o cuidado e lixar toda a madeira para não deixar ferpas. Para evitar as ferpas é necessário que toda a madeira esteja bem lixada.

O processo de avaliação foi realizado em duas etapas, a primeira consistiu de uma entrevista aos alunos participantes sobre a opinião deles em relação à metodologia do curso, além de uma pré-sondagem de conceitos assimilados; na segunda etapa um teste de conhecimentos foi respondido pelos alunos. A análise dos dados indica que os alunos avaliaram o Curso e o material desenvolvido positivamente. Em relação à assimilação de conceitos, apenas um aluno, com um histórico de estudos marcado pelo apoio familiar e escolar, obteve mais de 90% de acertos no teste. As outras alunas obtiveram 33% de acerto. Uma comparação dos dados da entrevista inicial com o desempenho final mostra que houve um ganho conceitual considerável em todos os alunos que participaram dos testes.

É importante resaltar que neste trabalho os alunos não eram estudantes de uma escola regular, sendo assim não ficaram presos a questões referentes a notas e reprovações. O objetivo e o fator motivador dos alunos desta pesquisa é serem aprovados em uma boa universidade. Isto por um lado era bom e por outro era ruim, por que não havia obrigação de frequência. Isto foi um dos fatores que prejudicou o aprendizado de alguns alunos.

Esperamos que a proposta, apresentada nesse material, possibilite situações de aprendizagem que permitam ao aluno pensar o seu cotidiano, a partir de diferentes pontos de vista, desenvolvendo competências necessárias para entender e intervir na sua realidade. Esperamos também que, a partir deste material, o professor possa desenvolver

seu próprio curso, dando prosseguimento ao conteúdo de Óptica geométrica e outros assuntos.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, B., MÁXIMO, A. **Curso de Física**. Vol.II. São Paulo: Scipione, 2000.

ALUNOS ONLINE. **Física: Princípios da Óptica geométrica**. Disponível em: <http://www.alunosonline.com.br/fisica/principios-otica-geometrica.html>. Acesso em: 17 dez. 2012.

ANDRADE, L.M.; DICKMAN, A.G.; FERREIRA, A.C. Identificando dificuldades na descrição de figuras para estudantes cegos. In: XIV ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 14, Maresias: 2012. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, p.1-8, 2012.

ANJOS, P.T.A., CAMARGO, E.P. Ensino de física para alunos com deficiência visual: panorama das pesquisas apresentadas nos principais encontros e revistas da área a partir do ano 2000. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2011.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70 Ltda/Almedina Brasil, 2011. 280 p.

BRASIL. Lei nº 9394, de 20 dez. **1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**.Diário Oficial, Brasília, 23 dez. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio - PCN**. Brasília: 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CEB nº 15/98. Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio**. Brasília: 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille. 2006.

CAMARGO, E.P. e NARDI, R. Planejamento de atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n.2, p.378-401, 2007.

CAMARGO, E.P., VIVEIROS, E.R., NARDI, R. Trabalhando conceitos de Óptica e eletromagnetismo com alunos com deficiência visual e videntes. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10, Londrina. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2006.

CONDE, A.J.M. Definindo a cegueira e a visão subnormal. Disponível em <http://www.ibr.gov.br/?itemid=947>. Rio de Janeiro. Acesso em 17/12/2011.

CREPPE, C.H. *Ensino de química orgânica para deficientes visuais empregando modelo molecular*. 123f. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Rio de Janeiro.

DICKMAN, A. G.; FERREIRA, A. C. Ensino e aprendizagem de Física a estudantes com deficiência visual: Desafios e Perspectivas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.8, n.º.2, 2008.

FERREIRA, A. C.; DICKMAN, A. G. Ensino de física a estudantes cegos na perspectiva dos professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, 6, 2007, Florianópolis. **Atas...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007. pp. 1-11.

FERREIRA, A.C.; DICKMAN, A.G. História oral: um método para investigar o ensino de física para estudantes cegos. Submetido à **Revista Brasileira de Educação Especial**, 2014.

FRANCO, J.R.; DENARI, F.E. A sociedade e a cegueira: discriminação e exclusão. **Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, 17(48), 5-12, 2011.

FERREIRA, A.C.; GROSSI, Y. A Narrativa na Trama da Subjetividade. **Revista da Associação Nacional de História Oral**, 7, Rio de Janeiro, 2004.

GONÇALVES FILHO, A., TOSCANO, C. **Física e Realidade**. v.2. São Paulo: Scipione, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Acesso em 12 abr., 2012, [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados\\_preliminares\\_amostra/default\\_amostra.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_preliminares_amostra/default_amostra.shtm).

MACHADO, A.C.S. *Ensino de física para deficientes visuais: uma revisão a partir de trabalhos em eventos*, 2010. 37f. Monografia – Universidade Católica de Brasília, Curso de Física, Brasília.

MEIHY, J.C.S.B. **Manual de História Oral**. 2 Ed. São Paulo: Loyola, 1998.

MEIHY, J.C.S.B.; RIBEIRO, S.L.S. **Guia Prático de História Oral – Para empresas, universidades, comunidades, famílias**. 1 Ed. São Paulo: Contexto, 2011.

NICOLAIEWSKY, C.A., CORREA, J. Escrita ortográfica e revisão de texto em Braille: uma história de reconstituição de paradigmas sobre o aprender. **Caderno Cedes**, Campinas, v.28, n.75, p.229-244, 2008.

OCHAÍTA, E.; ESPINOSA, M.Á. Desenvolvimento e intervenção educativa nas crianças cegas ou deficientes visuais. In: COLL, César; MARCHESI, Álvaro e PALACIOS, Jesús (orgs). **Desenvolvimento psicológico e educação: Transtornos de desenvolvimento e necessidades educativas especiais 3**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

PARANHOS, R.; GARCIA, D. Montagem experimental para a verificação do fenômeno de difração da luz adaptada para portadores de deficiência visual. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física: 2009. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0204-1pdf>. Acesso em: 6 set. 2009.

PÁSCOA, J.C.S.; DICKMAN, A.G.; FERREIRA, A.C. Ensino de física ondulatória para alunos com deficiência visual: proposta de material didático. In: XX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20, 2013. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, p.1-8, 2013.

SASSAKI, Romeu. **Inclusão: Construindo uma Sociedade para Todos**. 8. Ed. Rio de Janeiro: WVA. 2010.

UNESCO. The Salamanca statement and framework for action on special needs education. [Adotada pela Conferência Mundial sobre Educação para Necessidades Especiais: Acesso e Qualidade, realizada em Salamanca, Espanha, em junho de 1994]. Genebra: UNESCO, 1994.

