

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE FÍSICA/INSTITUTO DE QUÍMICA/FACULDADE DE EDUCAÇÃO

**O OLHAR DO TOQUE:  
APRENDENDO COM O ALUNO CEGO A TECER O ENSINO DE FÍSICA**

Luciana Tavares dos Santos

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Instituto de Física para obtenção do Título de  
MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIAS –  
Modalidade Física.

Orientador:

Prof. Dr. Luís Carlos de Menezes

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Luís Carlos de Menezes (IF/USP)

Prof. Dr. João Zanetic (IF/USP)

Prof.ª Dr.ª Roseli C. R. C. Baumel (FE/USP)

São Paulo  
2001

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação  
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo**

Santos, Luciana Tavares dos

O Olhar do Toque: Aprendendo com o Aluno Cego a  
Tecer o Ensino de Física. São Paulo 2001.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo  
Instituto de Física - Departamento de Física Experimental

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos de Menezes  
Área de Concentração: Ensino e Aprendizagem

Unitermos: 1. Física; 2. Ensino; 3. Educação Especial;  
4. Deficiente Visual; 5. Inclusão e Integração.

USP/IF/SBI-003/2002

Dedico este trabalho aos meus pais,  
*Antônio e Vera Lúcia,*  
a minha avó, *Luíza,*  
e aos *meus alunos.*

## AGRADECIMENTOS

*O agradecimento é a memória do coração.*

*R. Massieu*

Ao Prof. Dr. Ildeu de Castro Moreira, que desde o início da minha graduação foi uma das pessoas mais fundamentais na minha formação profissional, sempre estando presente para dialogar, ensinar e compartilhar seus conhecimentos. Por ter sido co-orientador de fato desta dissertação, participando ativamente de todas as etapas de construção do trabalho, pelo carinho, pelo incentivo, pelos passeios científicos e culturais, pela amizade valorosa e solidificada...Valeu, Ildeu!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luís Carlos de Menezes, por contribuir na descoberta da importância da relação professor/aluno e me ensinar a perceber o todo, pela autonomia cedida, pelas grandes discussões e trocas de conhecimento, e por ter se tornado um amigo nestes dois anos e meio de trabalho.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Hercília Tavares de Miranda, pelos angelicais ensinamentos, pelas significativas contribuições e por ter me guiado em muitas aventuras.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Roseli C. Rocha C. Baumel, pelas incontáveis orientações na área de Educação Especial, por toda atenção e dedicação a mim concedidas e pelas longas conversas recheadas de humor.

Ao Prof. Dr. João Zanetic, pelas grandes contribuições para aprender a fazer a ruptura com o aparente e pela sempre dedicada atenção.

Ao Prof. Dr. Manuel Robilotta e ao Prof. Dr. Maurício Pietrocola, pelas frutíferas discussões e pelo esclarecimento de algumas idéias presentes neste trabalho.

À Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Maria Regina Kawamura, ao Prof. Dr. Norberto Cardoso Ferreira e à Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Yassuko Hosoume, pelas orientações dadas sempre quando precisei.

A todos os meus professores das disciplinas ministradas durante o curso, que com certeza contribuíram para a ampliação dos meus conhecimentos.

Aos companheiros de estrada do Grupo de Pesquisa: Ciência e Linguagens, Alberto, Antônio, Carlos, Fernando, Kátia, Luíza, Marcos, Maura, Renata F., Renata T., Simone, Sumaya e Ulisses, que colaboraram generosamente no desenvolvimento do meu trabalho, com idéias, sugestões, críticas e materiais.

Aos amigos do “corredor de ensino”, Alex, Alexandre, Ana Fukui, André, Armando, Bete Santos, Bete Gaúcha, Cristian, Cristina, Emerson, Érika, Fernando, Ivanilda, Kantor, Lílian, Luís, Marcelo, Marcos, Moniquinha, Nádia, Neuza, Rebeca, Roberto, Ruy, Sandra, Tereza, Zé Alves, Zé Roberto, que consolidaram uma verdadeira família do saber e me deram muitas contribuições na realização deste trabalho.

Aos companheiros, alunos e professores, do curso A Aventura da Explicação: Ciência e Linguagem, que me ajudaram a dar os primeiros passos na estruturação das atividades para os meus alunos.

Aos funcionários Ailton, Cláudia e Gina, pela paciência e ajuda para vencer os obstáculos burocráticos.

À CAPES e ao Instituto de Física da Universidade de São Paulo, pelo apoio fundamental na viabilização desta pesquisa.

Ao Colégio Pedro II – UESC III – RJ, em especial aos professores Raimundo Dória, José A. Coimbra e Gerson J. Oliveira, por me iniciarem nesta aventura e pelo apoio, confiança e o espaço cedido para a realização das atividades.

Ao Instituto Benjamim Constant – IBC e ao Museu de Astronomia – MAST, pelos espaços cedidos no desenvolvimento de atividades e pelas trocas de conhecimento.

Ao Laboratório Didático do Instituto de Física – LADIF/UFRJ, em especial às professoras Maria Antonieta Teixeira e Marta Feijó, aos monitores e funcionários, por terem contribuído na minha formação, apresentando-me uma Física diferente e lúdica, e pelo espaço cedido para a realização de atividades.

Ao Parque Terra Encantada – RJ e seus funcionários, pelo apoio fornecido durante a realização da atividade.

Ao Centro de Apoio Pedagógico – CAP, em especial à Cecília Oka, pela transcrição em Braille de partes dessa pesquisa e pelas frutíferas trocas de conhecimento. Agradeço também à Profa. Marta Gil, pelo contato realizado com a Instituição.

Ao Núcleo de Computação Eletrônica – NCE, por algumas transcrições feitas para o meus alunos no início deste trabalho e pelas trocas de conhecimento.

Ao Dr. Henrique Lins de Barros, pela interessante palestra realizada em uma das atividades.

Ao Prof. Dr. João Canalle, por compartilhar algumas idéias na Oficina de Astronomia.

Aos profissionais da área de Educação Especial, que compartilharam seus conhecimentos para o desenvolvimento desta pesquisa.

À artista plástica Virgínia Vendramini, pelas pinturas gentilmente cedidas para integrar este trabalho e por todo o carinho e a atenção dedicados.

Aos amigos e professores Roberto Pimentel e Marcos Tofoli, pela grande contribuição na realização de uma das atividades e coleta de dados.

Aos pais e professores dos alunos que participaram desta pesquisa, por responderem os questionários presentes no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus queridos alunos Alan, André, Antônio Carlos, Bárbara, Carlos, Eliel, Filipe, Gilberto, Heverton, Inês, Jeane, Marcos e Vinícius, que se dispuseram a fazer as atividades, que me ajudaram a repensar a Física e a tecer a teia da relação professor/aluno, que me ensinaram a valorizar as minhas outras percepções na apreensão do mundo e que depositaram uma intensa confiança e incentivo no desenvolvimento deste trabalho.

Ao carinho e apoio dos amigos Alexandre, Bauer, Isabela, Renata e Sueli, que me acompanharam durante a minha jornada.

A Leandro Calado, por sua especial amizade, pelas produtivas trocas e discussões, pela contribuição na realização de uma das atividades e pelo grande apoio em várias etapas do desenvolvimento deste trabalho.

A todos os meus amigos, que compreenderam meu temporário afastamento e que me incentivaram e torceram pelo meu sucesso.

Agradeço especialmente às pessoas que possuem uma infinita importância na minha vida, meus pais, meu irmão, minha avó e todos os meus familiares, que compreenderam minha distância, que me acompanharam em todos os momentos e que torceram, acreditaram e confiaram em mim. Agradeço também as minhas grandes amigas Érica, Marlene, Natália, Priscila e Thaís.

Ao Bem-te-vi, que me inspirou em muitas etapas e me mostrou que era possível voar mais alto.

A todas as pessoas ligadas de alguma forma na rede do meu trabalho.



## SUMÁRIO

RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	9
RAZÕES E TRAJETOS - Introdução e Apresentação .....	10
I – INSTRUMENTOS E PROVISÕES (Pressupostos) .....	25
1 – Presença do Cego na Educação Básica.....	25
1.1 – Denominar e Definir.....	25
1.2 – Espaço, Tempo e Meio Material para o Cego.....	36
1.3 – Instrumentos e Materiais Didáticos.....	39
1.4 – O Eu, o Outro e o Nós numa Perspectiva Inclusiva.....	57
1.5 – Desafios da Escola Inclusiva: o professor, o aluno e a Física no cenário da integração.....	66
1.6 – O Cego e suas Percepções.....	74
2 – Presença da Física na Educação Básica.....	82
2.1 – Contato com a Física - com Tato.....	82
2.2 – O Entrelaçar do Conhecimento: de mãos dadas com a Arte.....	91
2.3 – Os Modelos no Ensino de Física.....	103
2.4 – Gaston Bachelard: a ruptura com o aparente.....	119
II – COMO FOI FEITO O QUE FOI FEITO (Sobre o Método).....	126
1 – Do Contexto ao Texto.....	126
1.1 – Encontrando o Cego.....	126
1.2 – Tateando Caminhos.....	132
2 – Vivências e Experiências com o Aluno Cego.....	136
2.1 – As Atividades: aprendendo com o cego.....	136
2.2 – Atividade 1: Planetas: longe dos olhos, perto das mãos e da razão..	139
2.3 – Atividade 2: Caminhando pelo Sistema Solar.....	153
2.4 – Atividade 3: Percebendo a Mecânica num Parque de Diversões .....	160
2.5 – Atividade 4: Outras Percepções num Laboratório de Física.....	170
III – REGISTROS E REFLEXÕES .....	179

1 – Reflexões dos Registros dos Professores, Alunos e Pais.....	179
1.1 – Depoimento dos Professores.....	179
1.2 – Depoimento dos Alunos.....	188
1.3 – Depoimento dos Pais.....	195
2 – Anotações do Diário de um Professor de Física.....	197
2.1 – Notar e Anotar: o aprendizado com o cego.....	197
3 – Breve Panorama de uma Física para o Aluno Cego.....	205
IV – CONCLUSÃO.....	212
V – BIBLIOGRAFIA.....	215
VI – APÊNDICES.....	i
VII – ANEXOS.....	1
A – Entrevista: Os Conceitos de Calor e Temperatura.....	1
B – Atividades.....	8
B. 1 – Atividade 1: Planetas: longe dos olhos, perto das mãos e da razão....	8
B. 2 – Atividades realizadas com os alunos do Prof. Marcos Tofoli.....	11
B. 3 – Atividade 2: Caminhando pelo Sistema Solar.....	18
B. 4 – Contato com os pais.....	20
B. 5 – Questionário feito com os professores, alunos e pais.....	22



## RESUMO

Esta pesquisa tem seu ponto central no ensino de Física para alunos cegos do nível médio. Utilizaram-se as próprias vivências, expectativas e habilidades do educando para tatear novos caminhos para o seu desenvolvimento intelectual, social e afetivo. Estabeleceu-se um diálogo com o aluno, oferecendo-lhe a posição de ator na busca do conhecimento, partindo de suas percepções táteis, auditivas e cinestésicas. Nessa participação ativa e produtiva do aluno cego, ressaltam-se fatos do cotidiano, assim como o lúdico, o espaço comum entre a Ciência e a Arte. Mereceram tratamento específico os desafios da Astronomia e de outras áreas em que a visão parece ser insubstituível. Paralelamente a isso, esboçam-se orientações ou caminhos para os professores de alunos cegos, ressaltando as dificuldades e as expectativas de uma política inclusiva. Na busca de alcançar esses objetivos, foram realizadas quatro atividades com um grupo de alunos com deficiência visual de um colégio do Rio de Janeiro.

## ABSTRACT

This research is directed to improve physics education for blind high school students. The experiences, expectations and abilities of these students have been taken into account to look for new paths that promote their intellectual, social and emotional development. In the dialogue with the student, which starts with the perceptions of their bodies, skins and ears, they play an active role in the search of knowledge. Therefore, it has been aimed an active and productive participation of the blind student, both related to daily life and to games, these common grounds between Science and the Art. Special attention has been paid to the challenges of Astronomy and other areas, in which vision seems to be essential. Side by side, hints and suggestions were offered to teachers of blind students, pointing out difficulties and expectations inherent to policies for an education that fulfill the necessities of students with sensorial limitations. To subsidize this work and research, four different activities were conducted with a group of blind and almost blind students at a high school, in Rio de Janeiro.

## RAZÕES E TRAJETOS - INTRODUÇÃO E APRESENTAÇÃO

A orientação do ensino de Física para alunos cegos do Ensino Médio é tema desta investigação. O contexto geral no qual este trabalho está imerso compreende as rápidas transformações científico-tecnológicas e sociais pelas quais passam o Brasil e o mundo, as metas educacionais estabelecidas pela nova legislação brasileira e, finalmente, em escala global, o movimento por uma ampla inclusão na sociedade, de pessoas com deficiência sensorial e física.

Essa pesquisa se originou das atividades realizadas no curso de graduação de Prática de Ensino da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, sediadas no Colégio Pedro II – Unidade São Cristóvão III, em maio de 1998. Dentre essas atividades, teve-se a possibilidade de uma troca de experiências com alunos com deficiência visual. Para esta dissertação, decidiu-se partir do contato já estabelecido e da disposição dos alunos em ajudar na realização das atividades, o que proporcionou a percepção das dificuldades enfrentadas pelos diferentes *atores da escola* na inclusão desses alunos numa escola regular e a busca de possíveis soluções para contornar esses desafios. Além das experiências adquiridas no contato inicial, o apoio da escola para o desenvolvimento da pesquisa contribuiu substancialmente para o desenrolar das atividades.

Uma escola regular deve ter o mínimo de infra-estrutura ao receber alunos com algum tipo de deficiência. No entanto, na prática, muitas são as dificuldades para se estabelecer uma estrutura solidificada. A falta de materiais didáticos especializados na área de Física para o aluno cego; o despreparo do professor para esta nova

situação; a escolha dos conteúdos a serem trabalhados; a pouca oferta de livros de Física transcritos para o Braille; a dificuldade na transcrição de provas; a falta de recursos para novos investimentos; a pouca conscientização das pessoas de que o ensino para o aluno cego é importante e de que é um direito deste aluno ter condições suficientes na sua vida profissional, social, política, econômica e afetiva, são alguns dos problemas observados na experiência obtida, o que compromete o ensino e o aprendizado dos alunos cegos. O movimento inclusivo está crescendo continuamente e seguindo diferentes rumos, exigindo, portanto, uma atenção mais cuidadosa por parte dos educadores.

Ao analisar os dados da Educação Especial, com relação ao número de alunos com algum tipo de deficiência matriculados entre os períodos de 1996 a 1999 (tabela 1), pode-se verificar que o número de educandos cresceu consideravelmente. Dentre vários fatores, acredita-se que este aumento seja decorrente, primeiro, da própria expansão do Ensino Médio nos últimos anos e, segundo, do movimento inclusivo, que permitiu uma maior procura, por parte dos alunos, pela escola regular.

No total são 374.129 alunos com algum tipo de deficiência; em particular, 18.629 possuem deficiência visual. Apesar de esse último número ser pequeno comparado com os de outras deficiências, seu crescimento no período de 1996-1999 foi de 130,5%. A maior parte dos alunos com alguma deficiência se concentra no Ensino Fundamental (tabela 2). No Ensino Médio, constituem uma pequena parcela, mas já expressiva. Diante disso, faz-se necessária uma atenção especial, para se conseguir atender às ações decorrentes da proposta inclusiva. É necessário refletir sobre o ensino da Física, repensar estratégias, fornecer outros caminhos para o professor, de forma que se estabeleça um ensino que realmente contribua para o aluno cego.

Nesse sentido, é fundamental adequar materiais, repensar a apresentação dos conceitos científicos e criar discussões que partam da experiência dos alunos ou do seu cotidiano. Ou seja, é importante o aluno cego ter melhores condições para aprender Física.

Planilha – Evolução da Matrícula de Alunos com Necessidades Especiais									
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO									
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO ESPECIAL									
COORDENAÇÃO GERAL DE PLANEJAMENTO DA EDUCAÇÃO ESPECIAL									
-									
EVOLUÇÃO DA MATRÍCULA DE ALUNOS COM NECESSIDADES ESPECIAIS POR TIPO DE DEFICIÊNCIA									
CENSO ESCOLAR									
-									
-	1996		1997		1998		1999(*)		% de Evolução
Tipo de necessidade	Quant. Alun.	Distr. %	Quant. Alun.	Distr. %	Quant. Alun.	Distr. %	Quant. Alun.	Distr. %	
Total Brasil	201.142	100,0%	334.507	100,0%	337.326	100,0%	374.129	100,0%	86,9%
Deficiência Visual	8.081	4,0%	13.875	4,1%	15.473	4,6%	18.629	5,0%	130,5%
Deficiência Auditiva	30.578	15,2%	43.241	12,9%	42.584	12,6%	47.810	12,8%	56,4%
Deficiência Física	7.921	3,9%	13.135	3,9%	16.463	4,9%	17.333	4,6%	118,8%
Deficiência Mental	121.021	60,2%	189.370	56,6%	181.377	53,8%	197.996	52,9%	63,6%
Deficiência Múltipla	23.522	11,7%	47.481	14,2%	42.582	12,6%	46.745	12,5%	98,0%
Probl. de Conduta	9.529	4,7%	25.681	7,7%	8.994	2,7%	9.223	2,5%	-3,2%
Super-dotação	490	0,2%	1.724	0,5%	1.187	0,4%	1.228	0,3%	150,6%
Outras	-	-	-	-	28.666	8,5%	35.165	9,4%	22,7%
(*) DADOS PRELIMINARES									
FONTE: MEC/INEP/SEEC									

Tabela 1 – Evolução da Matrícula de Alunos com Necessidades Educacionais Especiais. Dados da SEESP, 2000.

Planilha – Matrícula por tipo de Necessidade Especial e Nível de Ensino									
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO									
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO ESPECIAL									
Coordenação Geral de Planejamento da Educação Especial									
-									
MATRÍCULAS DA EDUCAÇÃO ESPECIAL POR TIPO DE NECESSIDADE ESPECIAL E NÍVEL DE ENSINO - CENSO 1999 (*)									
NÍVEL DE ENSINO	DEFICIÊNCIAS					ALTAS HABILIDADES SUPERDORADOS	CONDUTAS TÍPICAS	OUTRAS NECESSIDADES	TOTAL
	VISUAL	AUDITIVA	FÍSICA	MENTAL	MÚLTIPLA				
Creche	770	1.806	2.346	12.180	8.334	13	493	3.044	28.986
Pré-Escola	1.404	6.618	2.917	39.312	11.385	102	1.734	3.410	66.882
Fundamental	11.924	31.825	8.151	101.968	14.607	863	4.786	21.391	195.515
Médio	876	899	495	475	236	40	26	143	3.190
Jovens/Adultos	751	2.228	1.082	6.074	835	17	84	264	11.335
Outros	2.904	4.434	2.342	37.987	11.348	193	2.100	6.913	68.221
<b>Total</b>	<b>18.629</b>	<b>47.810</b>	<b>17.333</b>	<b>197.996</b>	<b>46.745</b>	<b>1.228</b>	<b>9.223</b>	<b>9.223</b>	<b>374.129</b>

Tabela 2 – Matrícula por tipo de Necessidade Especial e Nível de Ensino. Dados da SEESP, 2000.

Tendo como foco o ensino de Física para alunos cegos do nível médio, a meta é apontar as possíveis dificuldades e alguns procedimentos ou estratégias que possam colaborar na melhoria desse ensino. Para tanto faz-se necessário discutir os desafios, tanto para o professor quanto para o aluno, relativos à implementação da escola inclusiva e à contribuição da Física e da Astronomia para esta integração. A interação da Física com a Educação Especial abre caminhos para ambas as áreas, o que contribui para a articulação e integração dos conhecimentos.

Busca-se trabalhar inicialmente no referencial do aluno cego e descobrir com este quais são as suas expectativas e habilidades, a partir de seu cotidiano e de sua percepção do mundo, tentando respeitar sempre suas especificidades. Essa abordagem se mostra particularmente importante, neste caso. Certas vivências,

como, por exemplo, pegar um ônibus após identificá-lo a partir do som emitido pelo motor, podem ser aproveitadas para a discussão de determinados conceitos.

Pensando numa situação mais geral da Educação a partir do foco desta pesquisa, é possível evidenciar alguns elementos presentes no atual cotidiano da escola. As transformações na Educação são relativamente lentas, possuindo um ritmo diferente, por exemplo, das grandes transformações tecnológicas dos últimos anos, da quantidade excessiva de informações divulgadas num curto intervalo de tempo e das inúmeras atualizações no mercado. Apesar de muitos caminhos traçados para se estabelecer uma Educação de boa qualidade, ainda é muito forte a ênfase no acúmulo de conteúdos, nas técnicas de memorização e na recepção passiva das informações. Tais práticas não conseguem fornecer condições básicas para a formação de um sujeito criativo e dinâmico e seguem por um caminho em que o saber não assume o principal objetivo do ensino. O “passar no vestibular”, o “obter o diploma para conseguir um emprego” são objetivos constantemente manifestados na escola, enquanto o aprender, na maioria das vezes, passa a assumir um segundo plano.

Algumas empresas, por exemplo, buscam profissionais com um perfil criativo e dinâmico, que possa estabelecer diferentes horizontes para a própria empresa, o que também é uma forma de marketing, e as relações sociais começam a ganhar outro foco, pois o saber trabalhar em grupo e a performance individual são conceitos-chave no desenvolvimento profissional. Por outro lado, este sujeito criativo e dinâmico é, muitas vezes, podado em suas ações. A dificuldade de acesso a uma boa biblioteca, a falta de visitas a museus e teatros e uma propaganda massiva que, em muitos momentos, explora uma imagem que influencia ou direciona a opinião das pessoas, são alguns elementos que contribuem para limitar os fazeres do

indivíduo. A escola também é influenciada por essas mudanças externas e convive atualmente com situações dramáticas (violência dentro da escola, consumo de drogas, número grande de adolescentes grávidas etc.), cujas saídas ainda estão sendo pensadas. Tais situações exigem uma nova postura por parte da escola, uma retomada do seu verdadeiro sentido, a adoção de um ritmo diferente do estabelecido, pois percebe-se que os objetivos, as ações e os interesses dos partícipes da escola são muito diversificados e deve fazer parte da meta da escola trabalhar com essa diversidade.

Pensar sobre essas mudanças no mundo da escola significa refletir também sobre a formação do indivíduo, que está interligada a mudanças no campo do conhecimento. Nesse contexto, “a formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, **a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação.**”<sup>1</sup>

O Ensino Médio, sendo a etapa de finalização da Educação Básica, deve atender a essas necessidades. A nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB<sup>2</sup> explicita que “a educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores.”<sup>3</sup>

Sendo assim, o Ensino Médio deve proporcionar um reconhecimento da própria identidade do educando, fornecendo-lhe subsídios para criar, para desenvolver sua autonomia e sua capacidade de aprender continuamente, adaptando-se às diversas

---

<sup>1</sup> MEC/SEF/SEESP, Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio, *Parte I - Bases Legais*, p. 6.

<sup>2</sup> LEI n.º 9.394/96, 20 de dezembro, 1996.

<sup>3</sup> LEI n.º 9.394/96, Art. 22. In: *Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio, Parte I - Bases Legais*, p. 25.



circunstâncias. Promover “o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização.”<sup>4</sup>

Paralelamente a essas perspectivas surgiram algumas diretrizes para o ensino, dentre elas as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Busca-se com estas transformar o ensino atual, procurando atender as necessidades do educando e oferecer-lhe condições para desempenhar os diversos papéis dentro da sociedade. É uma tarefa sem dúvida difícil, pois garantir uma aprendizagem significativa ao educando, diante de um conjunto de dificuldades presentes num complexo sistema educacional, requer constantes tentativas para que essas mudanças sejam colocadas efetivamente em prática.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, divididas em três áreas – Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias –, possuem um enfoque interdisciplinar e transdisciplinar. Enfatizam a articulação e a integração dos conhecimentos com o objetivo de propiciar uma melhor compreensão por parte do educando e contemplar “três domínios da ação humana: a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva.”<sup>5</sup>

A atual estrutura das disciplinas no ensino permite pouca interação entre elas. Os conteúdos de cada disciplina ficam centrados nela própria, permitindo pouca articulação com as outras. Isso pode gerar noções compartimentadas para o aluno, dificultando o seu aprendizado. Segundo Nilson Machado, “o significado curricular

---

<sup>4</sup> MEC/SEF/SEESP, *Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio, Parte I - Bases Legais*, p. 6.

<sup>5</sup> *Ibid*, p. 16.

de cada disciplina não pode resultar de uma apreciação isolada de seu conteúdo, mas sim do modo como se articulam as disciplinas em seu conjunto.”<sup>6</sup> Isso significa mudar de uma estrutura fragmentada dos conteúdos, que muitas vezes não conduz a parte alguma, para uma estrutura de “intercomunicação efetiva entre as disciplinas.”<sup>7</sup>

O ensino de Ciências, em particular o ensino de Física, quando baseado usualmente em técnicas de memorização, em fórmulas e símbolos e resolução de exercícios, que muitas vezes não possuem um sentido para o educando, só promove o desinteresse do aluno. Além disso, o tratamento isolado dos conceitos dificulta a percepção da articulação e integração dos fenômenos. Saber, por exemplo, como as descobertas científicas de uma determinada época ressoaram na literatura, nas artes plásticas, no teatro, na música, pode viabilizar uma compreensão mais ampla por parte do aluno.

Dentro de um enfoque interdisciplinar, é importante fazer com que a Física se intercomunique com as outras áreas, sejam elas a História, a Biologia ou as Artes. Deve ser estabelecido um espaço dinâmico e com diversas alternativas educacionais para se chegar a um entendimento amplo do conhecimento adquirido.

A Arte, em particular, pode contribuir com a Ciência por meio do estímulo à criatividade e à imaginação. Esses elementos são comuns a ambas as áreas, mas são percebidos e atuam de formas distintas. A imaginação na Ciência, por exemplo, pode contribuir para a criação de modelos, que são importantes para melhor compreender os fenômenos da Natureza. Segundo Jacob Bronowski, a imaginação na Ciência “organiza nossa experiência em leis, sobre as quais baseamos nossas ações futuras. A poesia, porém, é outro modo de conhecimento, em que

---

<sup>6</sup> Nilson MACHADO, *Educação: projetos e valores*, p. 124.

<sup>7</sup> *Ibid*, p. 135.

comungamos com o poeta, penetrando diretamente na sua experiência e na totalidade da experiência humana.”<sup>8</sup> Sendo assim, explorar a imaginação e a criatividade por esses dois caminhos pode ampliar o conhecimento, ou, como disse Paulo Freire, a *leitura do mundo* como um todo.

O Ensino Médio também deve ter como finalidade “a compreensão dos fundamentos científicos-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.”<sup>9</sup> O ensino de Ciências possui um papel importante, pois contribui para que o educando possa compreender o funcionamento do mundo e participar de suas transformações. Deve propiciar “o entendimento de equipamentos e procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional.”<sup>10</sup>

É interessante que o ensino parta das experiências vivenciais do próprio aluno e da sua familiaridade com os fatos do cotidiano. Isso pode favorecer a interligação dos fenômenos como ponto de partida para muitas discussões, nas quais o educando possa participar ativamente e se sentir mais confiante. Pode-se, por exemplo, aproveitar as informações constantemente divulgadas pelos programas de televisão, rádio, jornais, revistas e sites de Internet, como a descoberta de mais um corpo celeste ou um fenômeno geofísico, para incentivar a curiosidade do aprendiz.

O prazer de conhecer a Física pode ser também: saber a constituição e o movimento das estrelas, analisar as sensações que um brinquedo no parque de diversões pode propiciar ou saber explicar o funcionamento de um aparelho ou de

---

<sup>8</sup> Jacob BRONOWSKI, *O olho visionário: ensaios sobre arte, literatura e ciência*, p. 20.

<sup>9</sup> LEI n.º 9.394/96, Inciso IV, Art. 35. In: *Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio, Parte I - Bases Legais*, p. 29.

<sup>10</sup> MEC/SEF/SEESP, *Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio, Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, p. 6 e 7.

um motor. A Física do mar, do céu, dos esportes, enfim, a Física que está potencialmente em todos os lugares e que precisa ser investigada, construída e descoberta pelos alunos.

O ensino de Física deve corresponder a essas necessidades e contribuir “para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação.”<sup>11</sup>

É importante partir das experiências dos alunos que, por mais universais que pareçam ser, na verdade, são singulares e intransferíveis. Experiências únicas, e, portanto, percebidas de formas diferentes pelos aprendizes. Por isso, o ensino também deve contemplar “as diferenças que evidenciam a individualidade de cada ser humano, indicando que cada pessoa é única e permitindo o desenvolvimento de atitudes de respeito e apreço ao próprio corpo e ao do outro.”<sup>12</sup>

Essas diferenças perpassam diversos setores, sejam eles social, cultural, econômico, emocional ou físico. Nesse último, ao tratar, em particular, de alunos com deficiências visuais, auditivas, físicas ou mentais, ou seja, pessoas com necessidades educacionais especiais, precisa-se levar em consideração suas especificidades. Cada característica, especificidade ou diferença, dentro de qualquer setor, direciona e influencia a concepção de mundo de uma pessoa. Esse aspecto, portanto, merece uma atenção especial quando se fala em ensino. Deve-se pensar como o ensino de Física pode responder a essas diferentes características.

Ao analisar os vários tipos de deficiência, em particular a deficiência visual, enfrenta-se uma série de desafios para permitir o ensino e a aprendizagem do

---

<sup>11</sup> MEC/SEF/SEESP, *Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio, Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, p. 22.

<sup>12</sup> *Ibid*, p. 18.

estudante. O sentido visual possui um caráter integrador ao receber as informações e os estímulos externos, e é muito importante na observação e registro de eventos. Sendo assim, na sua ausência, é necessário repensar formas de estabelecer o ensino para o educando, respeitando suas especificidades.

A Física faz uso dos sentidos, principalmente a visão, para a observação dos fenômenos naturais, para a análise de gráficos, para a realização de atividades práticas e para a construção dos conceitos da Ciência. Assim, o trabalho educacional com um aluno com deficiência visual requer a elaboração e reelaboração dessas práticas na busca de alternativas. Para isso, necessita-se também conhecer um pouco melhor o que tem sido feito para esses educandos, na educação especial.

Na LDB é explicitado que “entende-se por educação especial, para os efeitos desta Lei, a modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos portadores de necessidades especiais.”<sup>13</sup>

Na década de 90, passa a surgir também no Brasil a concepção de uma escola inclusiva. A *Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais: Acesso e Qualidade*, realizada na Espanha em junho de 1994, aprovou o documento *Declaração de Salamanca e Linha de Ação – Sobre Necessidades Educativas Especiais*, e tinha como “objetivo promover a Educação Para Todos.”<sup>14</sup> A idéia da inclusão foi difundida no Brasil, principalmente a partir do *2º Seminário Nacional de Integração da Pessoa Portadora de Deficiências no Contexto Educacional*.<sup>15</sup>

A proposta da escola inclusiva é atender a todas as crianças e jovens, aceitando e respeitando suas diferenças e especificidades. Propõe que se dê

---

<sup>13</sup> LEI n.º 9.394/96, Cap. V, Art. 58. In: *Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio, Parte I - Bases Legais*, p. 34.

<sup>14</sup> *DECLARAÇÃO de Salamanca e Linha de Ação – sobre necessidades educativas especiais*, p. 5.

<sup>15</sup> Roseli BAUMEL, *Integrar e Incluir: desafio para a escola atual*, p.34.

condições para que os alunos com algum tipo de deficiência (visual, mental, auditiva, física ou múltipla) tenham acesso ao desenvolvimento intelectual e social numa classe regular de ensino.

Além disso, os sistemas de ensino precisam assegurar que os educandos com necessidades educacionais especiais tenham “currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos, para atender às suas necessidades”, e “professores com especialização adequada em nível médio ou superior, para atendimento especializado, bem como professores do ensino regular capacitados para a integração desses educandos nas classes comuns.”<sup>16</sup> É necessário um currículo dinâmico, proveniente do projeto pedagógico escolar, que possa flexibilizar a prática educacional e atender às diferenças individuais dos alunos.<sup>17</sup>

O princípio fundamental da Declaração de Salamanca é que “as escolas devem acolher **todas as crianças**, independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, lingüísticas ou outras.”<sup>18</sup> Apesar desses direcionamentos, sabe-se que, na prática, muito pouco tem sido feito. Não basta colocar o aluno na escola e considerá-lo incluso, é preciso garantir sua integração, levando em conta desde o fornecimento de infra-estrutura até o aprimoramento das relações sociais e do ensino dentro de sala de aula. Caso contrário, não se está adotando uma política inclusiva, pois a inclusão e a integração estão interligadas.

Já se ressaltou que, para possibilitar um ensino significativo, é importante partir das experiências cotidianas do educando. Sendo assim, é necessário aproximar-se da vivência do aluno com deficiência visual e entender suas percepções, sejam elas táteis, auditivas, cinestésicas, olfativas ou gustativas.

---

<sup>16</sup> LEI n.º 9.394/96. Incisos I e III, Art. 59. In: *Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio, Parte I - Bases Legais*, p. 35.

<sup>17</sup> SEF/SEESP, *Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares – estratégias para a educação de alunos com necessidades educacionais especiais*, p. 16.

<sup>18</sup> DECLARAÇÃO de Salamanca e Linha de Ação – sobre necessidades educativas especiais, p. 17.

Percebe-se que são muitas as dificuldades a serem enfrentadas para se conseguir uma mudança na própria escola, responsável por estabelecer uma estrutura que atenda as necessidades dos alunos (tanto os cegos quanto os não cegos). Uma estrutura educacional com professores preparados, materiais didáticos, uma boa infra-estrutura..., que promova a inclusão efetiva dos alunos com deficiência visual, respeitando suas especificidades. Isso significa que é preciso rever o projeto pedagógico da escola. Com todos esses desafios e essas dificuldades, com o crescente movimento da escola inclusiva e com a existência, no Brasil, de poucos estudos na área de ensino de Física, em termos da Educação Especial, acredita-se na importância desta dissertação.

Ao direcionar-se a atenção para a educação do aluno cego e para as dificuldades envolvidas no processo, algumas experiências foram compartilhadas com esses alunos e com os seus professores. Buscou-se estabelecer uma pequena aproximação entre a Ciência e a Arte e explorar as outras percepções do aluno, objetivando contribuir para as suas “capacidades fundamentais de sentir, pensar, e agir”<sup>19</sup> e possibilitar que o aluno adquirisse uma maior independência, e que viesse a ter uma formação qualificada como cidadão e como profissional. As tentativas de diálogo com o aluno cego foram feitas no sentido de oferecer-lhe o lugar de partícipe, assumindo portanto uma posição mais ativa, além de estimular sua auto-estima e valorização.

Faz-se, a seguir, uma pequena síntese do que será apresentado nos capítulos seguintes desta dissertação.

O capítulo II é dedicado ao aluno cego, a seu mundo e suas percepções. Ressaltam-se as dificuldades e desafios encontrados pelo aluno, além dos

---

<sup>19</sup> SE/CENP, *Deficiente visual na classe comum*, p. 68.

instrumentos dos quais ele faz uso. Explicita-se a idéia de rede para o conhecimento e suas características, os contextos da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade e a importância dos modelos no ensino de Física. Apresenta-se, ainda, a idéia de ruptura com o aparente, de Gaston Bachelard, e sua interligação com o ensino.

No capítulo III apresentam-se as atividades realizadas com os alunos com deficiência visual, procurando-se dialogar com o professor, mostrando os caminhos seguidos para este grupo de alunos em específico. É importante ressaltar que só serão relatadas e discutidas as produções dos alunos cegos para os fins específicos desta dissertação, e tendo em vista que o trabalho com os alunos com baixa visão requer abordagens diferentes das realizadas com os alunos cegos. Se, por um lado, o aspecto visual não é importante para o aluno cego, por outro ele é fundamental para o aluno de baixa visão.

Foram realizadas, durante a pesquisa, quatro atividades com os alunos: 1. *Planetas: longe dos olhos, perto das mãos e da razão*; 2. *Caminhando pelo Sistema Solar*; 3. *Percebendo a Mecânica num Parque de Diversões*; 4. *Outras Percepções num Laboratório de Física*. As duas primeiras estiveram centradas nos conteúdos de Física e Astronomia. A terceira atividade destinou-se a aspectos cinemáticos e dinâmicos da Mecânica e a última explorou os fenômenos eletromagnéticos, ondulatórios e acústicos.

Cada atividade seguiu um estilo diferente, com a finalidade de adequá-las às situações encontradas, às necessidades dos alunos e aos objetivos desta pesquisa. Elas buscaram explorar as percepções tátil, auditiva e cinestésica para a compreensão dos conceitos científicos. Buscaram, ainda, estabelecer uma participação ativa do educando e fortalecer as relações professor/aluno. Tentou-se



sempre priorizar o referencial do aluno cego, partindo da sua vivência para conhecer o novo. Enfim, cada atividade foi criada de forma flexível, buscando ser lúdica, dinâmica e marcante.

O trabalho de pesquisa teve como objetivos principais:

1) Detectar os interesses, interrogações, motivações e expectativas do aluno e conhecer suas percepções e concepções do mundo;

2) Testar algumas possibilidades/caminhos/métodos, como: a interligação Arte e Ciência, o ensino de Física e Astronomia, a exploração das percepções tátil e auditiva, a experimentação, um ensino lúdico e dinâmico e a realização de atividades fora de sala de aula;

3) Desenvolver a auto-estima e estimular a imaginação, a criatividade e os interesses pelos conhecimentos científicos;

4) Contribuir para os professores das diversas áreas de conhecimento que trabalham com alunos cegos;

5) Avaliar as reações dos professores, alunos e pais diante das atividades propostas e as principais dificuldades encontradas no processo de ensino.

Por fim, o capítulo IV tenta mapear um dos caminhos que podem ser percorridos no ensino da Física para os alunos cegos, sugerindo orientações que venham a contribuir para a inclusão dos alunos cegos. Tenta-se dizer ainda o que foi aprendido e o muito que falta aprender. Algumas hipóteses e possibilidades que precisam ser avaliadas, repensadas e testadas de acordo com o grupo de estudo são também levantadas.

## I – INSTRUMENTOS E PROVISÕES (PRESSUPOSTOS)

### 1 – Presença do Cego na Educação Básica

#### 1.1 – Denominar e Definir

*“A cegueira não foi para mim uma desgraça total. Não deve ser encarada pateticamente. Trata-se de um outro modo de vida e de mais um dentre os tantos estilos de vida dos homens”.*

*Jorge Luís Borges<sup>1</sup>.*

Ao longo desta pesquisa, foram surgindo diversos termos utilizados para se definir uma pessoa que não vê, cega portanto, e uma pessoa que vê com dificuldades e limitações. Termos que se transformam em rótulos e que, na maioria das vezes, estimulam ou reforçam discriminações.

Num contexto educacional, essas diferenças se confundem com dificuldades de aprendizagem e trazem efeitos negativos para os educandos. Termos como incapacitado, deficiente, não vidente, subnormal, anormal ou o portador de deficiência são pouco adequados para referir-se aos alunos com problemas sensoriais.

---

<sup>1</sup> Jorge Luís BORGES, *Sete Noites*, p. 174.

O contato com os alunos com deficiência visual mostrou que os alunos que não vêem preferem ser chamados de cegos; e os alunos que possuem alguma limitação visual preferem ser chamados de pessoas com baixa visão ou visão reduzida. Tais elementos contribuem para refletir, por exemplo, sobre que discriminações e preconceitos os professores podem ter com o aluno cego, sem perceberem. Em relações sociais faz-se uso de apelidos, termos afetuosos e gestos para expressar determinado sentimento pelo outro. Os termos *preta* ou *pretinha*, por exemplo, são usados em várias situações, e não necessariamente estão relacionados com a cor da pessoa à qual se aplicam. Esses termos estão recheados de significados que, associados com um conjunto de gestos (o olhar, o abraço, um beijo ou um sorriso), podem demonstrar carinho, respeito e atenção pelo outro.

Ao chamar o cego de anormal ou portador de deficiência, pode-se provocar um distanciamento dessas relações afetivas e de seus significados, que são importantes no relacionamento professor–aluno. Os termos *cego* e *baixa visão* são mais naturais e mais próximos do cotidiano do educando. Sendo assim, quando possível, serão utilizados esses termos nesta dissertação. Para mencionar o conjunto dos alunos (cegos e de baixa visão), serão usados os termos *alunos com deficiência visual* e, num âmbito mais geral, o termo *alunos com necessidades educacionais especiais*, dependendo do contexto.

O termo *necessidades educacionais especiais* é adotado nas Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica<sup>2</sup>, seguindo alguns elementos da Declaração de Salamanca. Este termo “refere-se a todas as crianças e jovens cujas necessidades decorrem de sua capacidade ou de suas dificuldades de

---

<sup>2</sup> PARECER n.º 17/2001, Conselho Nacional de Educação – Câmara de Educação Básica, aprovado em: 03.07.2001. p. 5.

aprendizagem.”<sup>3</sup> Estas últimas não estão somente associadas às deficiências, possuem um caráter mais geral. As dificuldades de aprendizagem perpassam distintos setores, sejam eles individuais, econômicos ou socioculturais; e as necessidades educacionais especiais podem aparecer em diversas situações como

- *crianças ou jovens com condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais e sensoriais diferenciadas;*
- *crianças com deficiência e bem dotadas;*
- *crianças trabalhadoras ou que vivem nas ruas;*
- *crianças de populações distantes ou nômades;*
- *crianças de minorias lingüísticas, étnicas ou culturais;*
- *crianças de grupos desfavorecidos ou marginalizados.*<sup>4</sup>

Ou seja, “é uma forma de reconhecer que muitos alunos, sejam ou não portadores de deficiências ou de superdotação, apresentam necessidades educacionais especiais que passam a ser especiais quando exigem respostas específicas adequadas.”<sup>5</sup> É nesse sentido que este termo será utilizado neste texto. Tentar-se-á explorar as habilidades do aluno com deficiência visual e não enfatizar a sua deficiência em si, embora sejam consideradas as suas necessidades específicas, pois

*A maioria dos sistemas educacionais ainda baseia-se na concepção médico-pedagógica quanto à identificação e ao atendimento de alunos com necessidades especiais. Focaliza a deficiência como condição individual e*

---

<sup>3</sup> DECLARAÇÃO de Salamanca e Linha de Ação – sobre necessidades educativas especiais, p.18.

<sup>4</sup> SEF/SEESP, *Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares – estratégias para a educação de alunos com necessidades educacionais especiais*, p. 23.

<sup>5</sup> *Ibid*, p. 23.

*minimiza a importância do fator social na origem e manutenção do estigma que cerca essa população específica.*<sup>6</sup>

Essa concepção médico-pedagógica está centrada no desempenho escolar, sem contemplar as especificidades dos educandos.

Nesse sentido, as necessidades educacionais especiais podem estar relacionadas a qualquer aluno, independente de ele possuir uma deficiência ou não. A atenção deste trabalho será, então, transferida para as expectativas educacionais do educando, considerando-se que essas necessidades são próprias e distintas das dos outros alunos, o que exige “recursos pedagógicos e metodologias educacionais específicas.”<sup>7</sup>

Antes de um aprofundamento nos diversos aspectos relacionados ao aluno cego, é preciso esclarecer o significado desse termo neste texto, pois existem diferentes definições e situações para aplicá-las.

O conceito médico para cegueira centra-se na capacidade visual da pessoa com deficiência no órgão da visão, depois que foram efetuados todos os tratamentos e as correções ópticas possíveis. E a acuidade visual para distância, utilizada como medida para determinar a cegueira, é definida por Rocha e Ribeiro-Gonçalves “como o grau de aptidão do olho para discriminar os detalhes espaciais”<sup>8</sup>; ou seja, quanto o olho pode perceber.

As pessoas com deficiência visual são divididas em dois grupos: pessoas cegas e pessoas com baixa visão. Os cegos são aqueles que possuem acuidade visual entre 0 e 20/200 no melhor olho, ou seja, “enxergam a 20 pés de distância

---

<sup>6</sup> SEF/SEESP, *Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares – estratégias para a educação de alunos com necessidades educacionais especiais*, p. 18.

<sup>7</sup> *Ibid*, p. 24.

<sup>8</sup> Citado por Maria AMIRALIAN, *Compreendendo o cego*, p. 30.

aquilo que o sujeito de visão normal enxerga a 200 pés”<sup>9</sup> (ou ainda, o que o sujeito enxerga a 6,10 metros de distância, enquanto o de visão normal enxerga 61,0 metros). São considerados cegos também aqueles que apresentam “um ângulo visual restrito a 20° de amplitude”<sup>10</sup>, o que limita a compreensão do ambiente como um todo. As pessoas com baixa visão são aquelas que possuem, após máxima correção, acuidade visual entre 20/200 pés e 20/70 no melhor olho.

Neste trabalho será considerada a concepção educacional da definição de cegueira, pois como os indivíduos com a mesma acuidade visual podem utilizar o resíduo visual de maneiras diferentes, a caracterização acima, da acuidade para distância, não é muito adequada para fins educacionais. De acordo com Amiralian:

*... foi observado que sujeitos cegos, com idêntica acuidade visual, possuíam eficiência visual diversa, ou seja, sujeitos com a mesma medida oftalmológica de visão apresentavam diferenças na utilização do resíduo visual. Essa constatação tornou necessária uma concepção educacional de cegueira, que se caracterizou, prioritariamente, pela ênfase na eficiência visual e não na acuidade.*<sup>11</sup>

Além disso, algumas pessoas podem ser tratadas como cegas, quando na verdade poderiam usar o seu resíduo visual de forma eficiente. “... Testar somente acuidade para distância e ignorar acuidade para perto é desfavorecer a pessoa, porque a capacidade para reconhecer letras de um determinado tamanho a uma determinada distância tem pouca relação com as situações práticas da vida.”<sup>12</sup> Desta forma, para se caracterizar a cegueira, deve ser levada em consideração a forma como o sujeito apreende o mundo a sua volta e a eficiência no funcionamento da

---

<sup>9</sup> Maria AMIRALIAN, *Compreendendo o cego*, p. 30.

<sup>10</sup> *Ibid*, p. 30.

<sup>11</sup> *Ibid*, p. 31.

<sup>12</sup> Natalie BARRAGA, *Livro de informações sobre visão subnormal*, p. 9.

visão. A pessoa deve ter condições para perceber um objeto da melhor forma possível; ela precisa *aprender a ver*.

Levando-se em consideração esses aspectos, nesta pesquisa será adotada a definição, para fins educacionais, da American Foundation for the Blind:

*Criança cega é aquela cuja perda de visão indica que pode e deve funcionar em seu programa educacional, principalmente através do uso do sistema Braille, de aparelhos de áudio e de equipamento especial, necessário para que alcance seus objetivos educacionais com eficácia, sem o uso da visão residual. Portadora de visão subnormal, a que conserva visão limitada porém útil na aquisição da educação, mas cuja deficiência visual, depois de tratamento necessário, ou correção ou ambos, reduz o progresso escolar em extensão tal que necessita de recursos educativos.*<sup>13</sup>

Para fins educacionais, deve-se ressaltar como outra consideração importante a existência de dois tipos de cegos: os congênitos e os de cegueira adquirida. Os primeiros passam por um *processo de reorganização perceptiva* e os últimos, além deste processo podem utilizar o *recurso de visualização*.<sup>14</sup>

Há dificuldades para se diferenciar uma pessoa que nasceu cega de uma que perdeu a visão com um ano de idade. O limiar da idade para se definir que a cegueira é adquirida ainda não é plenamente definido. Dependendo da idade com que o indivíduo ficou cego, o sistema visual (óptico) ou as funções visuais podem não estar totalmente desenvolvidos.

Segundo Amiralian, para alguns autores, “a criança até os 6 anos de idade, na fase pré-operacional, forma imagens estáticas, insuficientes para representar ou

---

<sup>13</sup> Apud Elcie MASINI, *O perceber e o relacionar-se do deficiente visual: orientando professores especializados*, p. 40.

<sup>14</sup> Maria AMIRALIAN, *Compreendendo o cego*, p. 32.

antecipar processos desconhecidos, diferentemente daquela que já possui uma estrutura cognitiva do período operacional quando a perda ocorre.”<sup>15</sup> Essa concepção segue as propostas de Piaget quanto à formação da imagem e suas transformações.

Já outros “estudos indicam que o sujeito que perde sua visão antes dos 5 anos não retém qualquer imagem visual, enquanto aqueles que a perdem posteriormente podem reter uma estrutura de referência visual útil, que os torna capazes de visualização.”<sup>16</sup>

Diante de uma perspectiva educacional, julga-se necessário o conhecimento dessas funções visuais para se identificar junto ao aluno cego uma possível memória visual. Esta poderá contribuir, junto às percepções dos outros sentidos, para a compreensão do mundo externo.

Segundo Natalie Barraga, as funções visuais dividem-se em três tipos: as funções ópticas, as funções ópticas e perceptuais e as funções perceptivas visuais. As primeiras são “aquelas associadas principalmente com o controle fisiológico dos músculos externos e internos dos olhos ...”<sup>17</sup> Desenvolvem-se na faixa etária de zero a um ano e meio, aproximadamente, fase quando se obtém consciência visual e se estabelece a resposta à luz e dizem respeito aos movimentos básicos do olho. Têm por finalidades favorecer:

- a focalização – que corresponde ao “ajustamento do(s) olho(s) para convergir os raios de luz de maneira a se obter a imagem mais clara possível;”<sup>18</sup>

---

<sup>15</sup> Maria AMIRALIAN, *Compreendendo o cego*, p. 33.

<sup>16</sup> *Ibid*, p. 32.

<sup>17</sup> Natalie BARRAGA, *Livro de informações sobre visão subnormal*, p. 14.

<sup>18</sup> *Ibid*, p. 21.



- a fixação – que corresponde a “visar ou dirigir o(s) olho(s) para uma coisa ou ponto específico;”<sup>19</sup>
- o seguimento/acompanhamento (horizontal, vertical ou circular) do objeto – que corresponde ao “seguimento com os olhos ou cabeça do movimento de uma coisa visível;”<sup>20</sup> e
- a acomodação – correspondendo ao “processo de ajustamento do olho para modificar o foco para ver objetos claramente a distâncias diferentes.”<sup>21</sup>

O segundo grupo pode ser tanto óptico quanto perceptual, pois as funções visuais são “interdependentes entre si em seu desenvolvimento.”<sup>22</sup> Natalie Barraga ressalta que é melhor pensar que as funções visuais interagem entre si, e não que atuam como uma simples seqüência.

*... Na medida em que as funções ópticas se tornam mais uniformes e estabilizadas, a interpretação perceptual é aperfeiçoada. Quando a discriminação e o reconhecimento (interpretação) começam a se desenvolver, o olhar torna-se mais intenso, e quanto mais se olhar, tanto mais refinadas e hábeis tornam-se as funções ópticas.*<sup>23</sup>

Atingindo a faixa etária de aproximadamente dois e quatro anos e meio, esse segundo grupo de funções visuais buscam:

---

<sup>19</sup> Natalie BARRAGA, *Livro de informações sobre visão subnormal*, p. 21.

<sup>20</sup> *Ibid*, p. 22.

<sup>21</sup> *Ibid*, p. 21.

<sup>22</sup> *Ibid*, p. 14.

<sup>23</sup> *Ibid*, p. 14.

- a discriminação de claro e escuro, cor intensa e contorno; formas grosseiras, linhas e ângulos; formas, cores e tamanhos em objetos concretos; e fotos de objetos e de pessoas;
- o reconhecimento e identificação de rostos, pessoas e cores; formas e detalhes de objetos concretos e fotos de objetos; semelhanças e diferenças em figuras abstratas; e representações simbólicas;
- memória visual para: objetos concretos, pessoas e cores; fotos de pessoas, formas e objetos; detalhes internos; e figuras e símbolos abstratos;
- percepção espacial de objetos isolados no espaço; relacionamento de objetos para si mesmo e com outros objetos; distância de objetos e pessoas; e posição do corpo;
- coordenação motora-visual – alcance, manipulação, movimentação de objetos; imitação da posição, movimento e ação corporal; manipulação de objeto complexo; e cópia e reprodução de linhas, formas e símbolos.<sup>24</sup>

Por último, correspondendo à faixa de aproximadamente quatro anos e meio aos sete anos, têm-se as funções perceptivas visuais, que correspondem à “estabilização das habilidades ópticas básicas e ao desenvolvimento da compreensão perceptual ...”<sup>25</sup> Essas funções concentram-se na diferenciação de figura–fundo, no relacionamento todo–parte e parte–todo e nas associações visuais. “Exigem eficiência na identificação e na percepção de relacionamentos entre todos

---

<sup>24</sup> Natalie BARRAGA, *Livro de informações sobre visão subnormal*, p. 16 e 17.

<sup>25</sup> *Ibid*, p. 15.

os tipos de objetos e materiais visíveis.”<sup>26</sup> Possuem como principal desafio a interpretação e a organização das informações visuais.

Após essa breve apresentação das funções visuais, pode-se propor um limiar aproximado de idade para a cegueira adquirida, a fim de utilizá-lo neste trabalho. De acordo com a classificação de Natalie Barraga, a criança começa a desenvolver a sua memória visual com aproximadamente quatro anos e meio de idade. Considerando-se que uma criança ao ficar cega antes dessa idade terá limitações em reter alguma imagem visual útil, será classificada neste trabalho como cegueira adquirida aquela que se manifestar a partir dos cinco anos de idade.

Para quem trabalha com alunos com baixa visão, as funções visuais também possuem um papel muito importante. Elas precisam ser estimuladas para que o aluno use com eficiência o seu resíduo visual. Deve-se, então, ensinar as pessoas com baixa visão a utilizar o seu resíduo, ou seja, ensiná-las a ver, a comparar e estabelecer relações e a discriminar objetos.

*A falta de maturação e desenvolvimento do sistema visual pode resultar numa redução da informação visual utilizável pela pessoa de visão subnormal de qualquer idade. A quantidade e a qualidade da aprendizagem visual casual é limitada e a variação e o alcance do funcionamento visual fica restrito em ensino extensivo.*<sup>27</sup>

Deve-se lembrar que o funcionamento visual depende, não só do olho, mas, também, *do ver cada vez mais*, que estimula o cérebro, da codificação, seleção e organização de imagens e da interpretação e reconhecimento de imagem visuais, mesmo que incompletas, feitas pelo cérebro.

---

<sup>26</sup> Natalie BARRAGA, *Livro de informações sobre visão subnormal*, p. 15.

<sup>27</sup> *Ibid*, p. 8.

Enquanto no ensino do aluno cego é importante conhecer as funções visuais para saber se ele possui alguma memória visual que possa contribuir de alguma forma para a sua educação, no ensino de alunos com baixa visão, a exploração dessas funções visuais centra-se no estímulo do resíduo visual, sendo para esses alunos extremamente importantes elementos como as tarefas visuais, a luminosidade e o ambiente.

Nesse sentido, percebe-se que a abordagem que deve ser feita com o aluno de baixa visão é diferente da que deve ser realizada com o aluno cego. Diante das diferenças essenciais entre as pessoas cegas e as pessoas com baixa visão, será feita uma delimitação do grupo com o qual se pretende trabalhar nesta dissertação, que terá como foco a educação de alunos cegos.

Após definidos os termos da área de deficiência visual e os significados que lhes serão atribuídos neste texto, serão abordadas, no próximo item, questões referentes aos aspectos ambientais e à infra-estrutura da escola, antes de um mergulho no cenário da inclusão dos educandos.

## 1.2 – Espaço, Tempo e Meio Material para o Cego

Para que a inclusão do aluno cego na escola e na sociedade seja efetiva na prática e para que necessidades deste aluno sejam contempladas, é necessário que alguns aspectos básicos sejam analisados e considerados. Os aspectos ambientais são importantes, mas muitas vezes esquecidos, serão tratados a seguir, pois interferem diretamente no aprendizado do aluno.

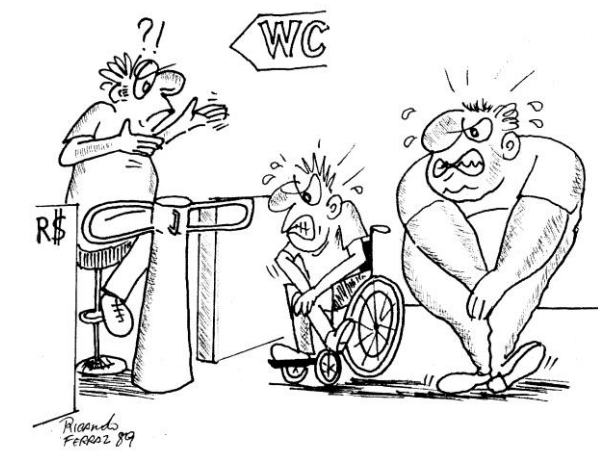


Figura 1 – Cartum de Ricardo Ferraz (2000).

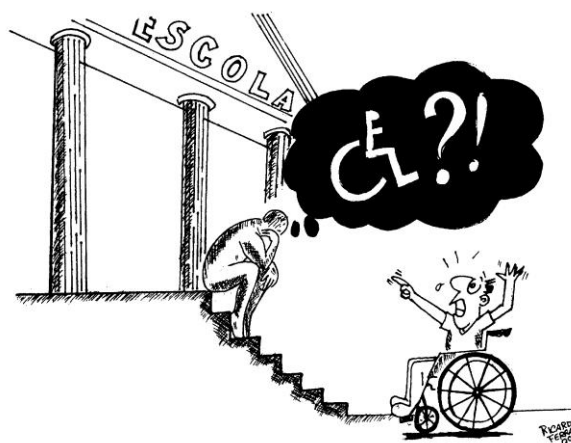


Figura 2 – Cartum de Ricardo Ferraz (2000).

É necessário um espaço apropriado para trabalhar com o educando cego. A colocação de rampas e banheiros adaptados (figura 1) e um posicionamento mais adequado dos corrimões das rampas, por exemplo, são iniciativas mínimas dentro da escola para qualquer tipo de deficiência, apesar de serem geralmente associados às pessoas com deficiência física. Um problema comum é a altura dos degraus e das calçadas (figura 2), que dificultam a passagem das pessoas com deficiência. Nessa situação, podemos incluir também as ditas *deficiências temporárias*, ou seja, pessoas que no momento estão doentes (que, por exemplo, quebraram uma perna),

ou então as gestantes, que também apresentam as suas especificidades, apesar de não serem deficientes etc.

Deve-se ressaltar também a necessidade de cuidados especiais ao serem efetuadas construções e reformas, principalmente, em lugares já freqüentados por cegos. Muitos acidentes podem ocorrer com fios desencapados, buracos, entulhos etc. Neste caso, deve-se avisar o cego previamente sobre essas modificações do espaço que ele conhece.

É importante a conscientização das pessoas para essas iniciativas mínimas, que precisam ser articuladas para atender às necessidades da pessoa com deficiência. Isso é válido não só para o estabelecimento escolar, mas para todos os ambientes freqüentados por uma pessoa nessa condição.

Descobrir junto ao aluno cego os espaços da escola e dar-lhe orientação e segurança para utilizá-los é importante, pois qualquer aluno precisa conhecer o espaço da sua escola, saber o que ela tem e onde está cada coisa ou departamento (biblioteca, banheiros, secretaria...), além de conhecer o espaço da sua sala de aula. Essa é uma forma de dar mais independência ao educando.

É necessário informar para o aluno cego que objetos há nesses espaços e como eles estão distribuídos, de que forma estão organizadas as mesas da sala ou onde estão os armários, por exemplo. Além disso, informá-lo sobre objetos colocados à altura da cabeça ou sobre arrumações ou mudanças de lugar de algum objeto, pois o aluno pode esbarrar e machucar-se. Mesmo para o aluno que usa bengala, essas informações são importantes para prevenir possíveis acidentes.

Nos primeiros contatos com o aluno cego é importante conhecer o seu diagnóstico médico. Esse tipo de informação pode ser obtida com o próprio aluno, com os pais ou com o profissional que atendeu ou atende o aluno. Saber a causa da

cegueira, a idade em que o aluno ficou cego e se a perda da visão foi abrupta ou gradual são informações necessárias no contato com o aluno e no estabelecimento de estratégias para o seu ensino.

É necessário ressaltar que esses cuidados não possuem como função limitar as ações ou superproteger os alunos com deficiência visual. Pelo contrário, possuem como objetivo dar uma maior independência e liberdade para esses alunos e incentivá-los a realizar inúmeras atividades (dentro e fora da sala de aula), assumindo os devidos cuidados.

O incentivo às atividades físicas e de lazer para a pessoa cega é extremamente necessário. Além de contribuírem na manutenção de uma boa saúde, esses tipos de atividade podem ajudar a desenvolver mecanismos de informação e identificação espacial e temporal. Podem possibilitar a exploração do outro, do ambiente e de si próprio e suas relações, além de viabilizarem à pessoa o conhecimento de suas habilidades e limites. Proporcionam, além disso, uma maior flexibilidade do corpo e a expansão de seus movimentos.

Esse reconhecimento do espaço associado às suas percepções (tátil, auditiva, olfativa, gustativa e cinestésica), facilita o aluno cego a explorar os seus movimentos básicos – como locomoção (andar, correr...), manipulação e estabilidade – e a desenvolver suas atividades motoras. Enfim, possibilita ao educando estabelecer uma bem sucedida relação corpo–ambiente e, neste espaço, afirmar a sua identidade.

### 1.3 – Instrumentos e Materiais Didáticos

Alguns sistemas específicos utilizados pelos alunos cegos são importantes para o seu desenvolvimento em diferentes aspectos e podem facilitar o seu aprendizado dentro e fora de sala de aula.

Um dos instrumentos mais comuns utilizado pelo cego é a bengala. Ela funciona como um guia para que a pessoa cega conheça um pouco melhor os lugares por onde ela passa. Degraus, pedras, buracos, valas ou bueiros são alguns desafios enfrentados pelo cego no seu cotidiano. Porém, a pessoa pode detectar boa parte dessas armadilhas, através do som, que é transmitido quando a bengala bate em algum obstáculo, e do tato, dependendo do impacto que a pessoa sente na mão. Existem algumas bengalas mais modernas, como a bengala a laser, com dispositivo tátil e auditivo para captar as depressões nas ruas. Esse sistema, no entanto, ainda não chegou ao Brasil e é de custo elevado.

A dificuldade em detectar *armadilhas* aumenta quando essas surgem na altura da cabeça (pedaços de ferro, galhos de árvores...), ou seja, fora do alcance da bengala, o que pode ocasionar graves acidentes para a pessoa que não vê (figura 3). Por isso, é importante ter-se atenção redobrada para esses obstáculos ao



Figura 3 – Cartum de Ricardo Ferraz (2000).



orientar uma pessoa cega.

Um outro elemento que pode ser usado pelo cego é o cão-guia. Alguns cegos não conseguem se adaptar à bengala, e o cão-guia pode ser uma boa solução. Este cão é treinado para perceber obstáculos acima da cintura, atravessar ruas movimentadas e acompanhar o cego em quase todos os lugares e a qualquer hora. Ele é mais que um instrumento, torna-se um verdadeiro companheiro para a pessoa cega, estimulando-a e protegendo-a em vários aspectos.

Diferentes raças de cães, como o Labrador e o Collie Australiano, podem ser treinadas, levando-se em consideração o “temperamento, tamanho e características adequadas para a função”<sup>1</sup>, mas um dos pontos que pode definir a escolha é o próprio cão. O cão-guia, com seu temperamento dócil e paciente e com grande determinação, é selecionado cuidadosamente para atender, da melhor forma possível, às necessidades da pessoa cega.

Alguns países, como os Estados Unidos, Inglaterra e Argentina, possuem boa experiência no treinamento de cães. No Brasil, aos poucos esta área está crescendo e adaptando a experiência dos outros países a sua realidade. Os Estados Unidos têm contribuído para este desenvolvimento, oferecendo cães, treinamento e adaptação. Mas, esse trabalho não é suficiente. Apesar de todo o empenho, alguns problemas ainda dificultam a implementação desse sistema, como “aquisição, treinamento e manutenção dos cães-guia”, “a educação da comunidade para aceitar o cão-guia” e uma legislação que permita a entrada livre de cães-guia em lugares públicos e meios de transporte.<sup>2</sup> É importante unir esforços para vencer essas barreiras, pois o cão-guia pode ajudar a oferecer melhores condições para a pessoa cega.

---

<sup>1</sup> Adote um cego, *Nosso Cão*, 4 (40): 7.

<sup>2</sup> *Ibid*, 4 (40): 8.

A leitura e escrita à tinta também assumem um papel importante em todos os setores do desenvolvimento humano, mediando o contato das pessoas com o mundo. Por exigirem um mínimo de percepção visual, o que impõe ao cego limitações, aos poucos, sistemas alternativos de leitura e escrita foram e são desenvolvidos para atender as necessidades da pessoa cega.

O Sistema Braille, aperfeiçoado por Louis Braille em 1825, possibilitou, em grande parte, a superação das barreiras na comunicação das pessoas cegas. A partir da disposição de 6 pontos em relevo é possível formar 63 combinações diferentes, que permitem a representação das letras do alfabeto, vogais acentuadas, numerais, símbolos matemáticos e químicos, notas musicais, pontuação e formas literárias em prosa ou poesia. Os pontos são enumerados no sentido vertical, colocados três a três num espaço determinado, e o seu conjunto é chamado de *cela*:

1 • • 4  
2 • • 5  
3 • • 6

(Cela ampliada apenas para facilitar a visualização)

A transcrição, letra por letra, de um texto a tinta, chamada Braille integral, é um processo volumoso e lento, no qual “o tamanho da cela Braille não corresponde ao tamanho comum das letras impressas”.<sup>3</sup> Para tornar a leitura para os cegos mais rápida, criou-se o sistema de abreviaturas, o Braille abreviado. Segundo Dorina Nowill, a transcrição em Braille de um texto em português de 37 linhas em tinta e letra tipo 10 resultará em 115 linhas em Braille integral e 88 linhas em Braille abreviado. Uma página em tinta equivale aproximadamente a três páginas em Braille integral. O sistema abreviado ocupa um número consideravelmente menor de

---

<sup>3</sup> Dorina NOWILL, *Sistema braille: seu uso, produção e distribuição*, p. 10.

páginas, porém dificulta a aprendizagem do Braille, pois requer um estudo aprofundado da língua, “uma boa memória e uma sensibilidade tátil muito desenvolvida por parte do leitor cego”.<sup>4</sup>

Para ler o Braille, a pessoa cega utiliza geralmente as duas mãos, correndo a ponta do dedo suavemente sobre os pontos em relevo (figura 4). “Lêem com a ponta dos dedos de uma das mãos, acompanhando a mudança de linha com a outra mão. Normalmente a direita lê e a esquerda acompanha o início de cada linha, tornando assim a leitura mais rápida e fluente”.<sup>5</sup>

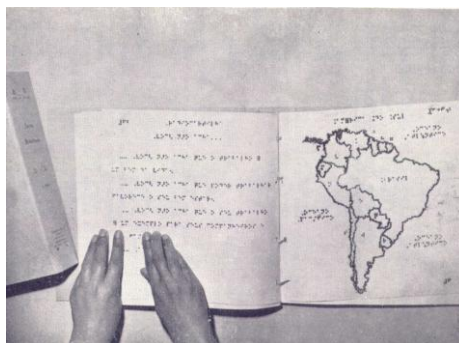


Figura 4 – Foto representando o processo de leitura Braille, retirada do livro Sistema Braille de Dorina Nowill.

*Para a leitura tátil corrente, os pontos em relevo devem obedecer às medidas padrão e a dimensão da cela Braille deve corresponder à unidade perceptual tátil da ponta dos dedos. Todos os caracteres devem possuir a mesma dimensão, obedecendo aos espaçamentos regulares entre as letras e entre as linhas. A posição de leitura deve ser confortável, de modo a que as mãos dos leitores fiquem ligeiramente abaixo de seus cotovelos.*<sup>6</sup>

<sup>4</sup> <<http://www.deficientesvisuais.org.br/Braille.htm>>, p. 9. Acesso 09/08/01.

<sup>5</sup> Dorina NOWILL, *Sistema braille: seu uso, produção e distribuição*, p. 11.

<sup>6</sup> <<http://www.deficientesvisuais.org.br/Braille.htm>>, p. 10. Acesso 09/08/01.

Junto à linguagem Braille, o cego pode fazer uso dos *livros falados*, ou seja, livros gravados em fitas cassetes ou CDs, disponíveis em algumas bibliotecas especializadas. Os títulos mais comuns são livros didáticos com maior procura no mercado, livros de literatura, religião e algumas revistas. O gravador também é um aliado para o cego, funciona como um sistema de anotações ou registro num intervalo de tempo menor.

Para escrever o Braille, os cegos fazem uso de uma *reglete* e um *punção* ou *estilete* (figura 5), os quais permitem ao cego escrever um ponto de cada vez e, em grande parte, utilizando apenas um lado do papel. O *punção* é “formado por uma pequena haste de metal com a ponta arredondada, presa a um punho de plástico” ou de madeira. Alguns são “moldados anatomicamente, para um perfeito ajuste à mão”.

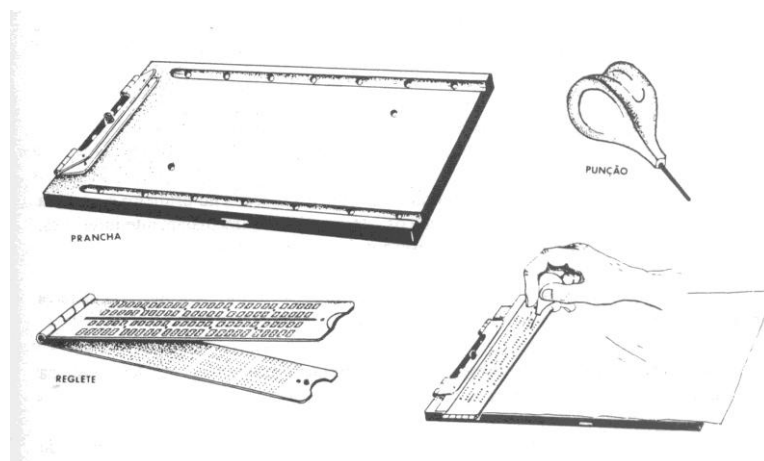


Figura 5 – Os materiais de escrita no sistema Braille, Retirado do livro O Deficiente Visual na Classe Comum.

A *reglete* é composta por

... uma régua dupla de metal, unida à esquerda por uma dobradiça, tendo na parte superior pequenos retângulos vazados ('celas'), com 3 (três)

*reentrâncias de cada lado e que estão dispostos, lado a lado, em 4 (quatro) linhas. A parte inferior apresenta pequenas depressões, correspondentes à posição dos seis pontos a serem imprimidos.*<sup>7</sup>

O papel (sulfite 40 kg) utilizado na escrita Braille é mais grosso que o comum utilizado na escrita a tinta. Isto é importante para que se faça o relevo e não a perfuração do papel. Outros detalhes são significativos, como a durabilidade do papel, pois o material em Braille deve resistir a leituras sucessivas e a um contínuo manuseio. Também é importante a escolha de um papel que não provoque um grande desgaste das mãos da pessoa cega.

Numa prancheta de madeira (figura 5), que possui uma presilha para prender o papel utilizado, a *reglete* é encaixada em orifícios laterais com espaços determinados. Ela pode correr sobre a prancha, mas o papel permanece entre as partes superior e inferior da régua. Os pequenos retângulos, na parte superior da régua, funcionam como guias para a escrita. Ao se pressionar o *punção* sobre os pontos correspondentes à cela Braille, localizados na parte inferior da régua, formam-se sulcos que correspondem aos pontos em relevo, na face contrária da folha. O processo de escrita em Braille é feito de maneira inversa, do processo normal de escrita, isto é, da direita para a esquerda para que a leitura seja da esquerda para a direita. Existem diferentes modelos, em materiais variados, de *reglete* e *punção*. Algumas *regletes*, compostas por um material plástico, não usam o suporte de madeira e são do tamanho da folha de sulfite. Esta é a mais utilizada entre os alunos com os quais trabalhou-se. Eles afirmaram que essa *reglete* é melhor por preencher a folha inteira e permitir um melhor aproveitamento do espaço.

---

<sup>7</sup> SE/CENP, *O deficiente visual na classe comum*, p. 48 e 49.

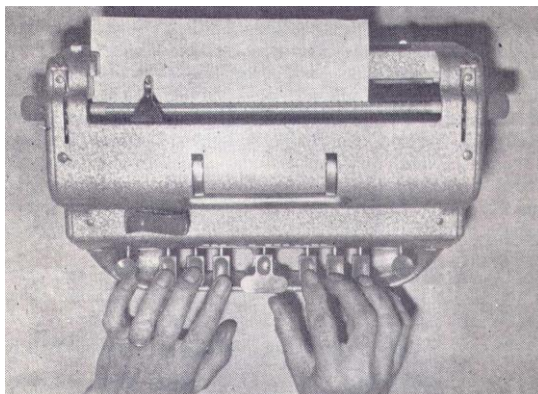


Figura 6 – Máquina Perkins. Foto retirada do livro Sistema Braille de Dorina Nowill.

Outro material usado pelo cego é a máquina de datilografia Braille, a *Máquina Perkins*<sup>8</sup> (figura 6). Sua estrutura é parecida com a de uma máquina de datilografia comum. Ela é composta por um rolo, sobre o qual o papel gira. As letras em relevo são gravadas no papel “por meio de um carro móvel contendo 6 teclas e um espaçador.”<sup>9</sup> Essa máquina produz cópias únicas e em apenas um lado do papel e as combinações do teclado permitem escrever uma letra de cada vez com a pressão simultânea das teclas, o que torna a produção mais rápida. Algumas obras são muito especializadas e são pouco procuradas, sendo portanto, transcritas pela editora Braille, apenas em cópias únicas. A transcrição das cópias únicas exige uma revisão e correção cuidadosas, além da conservação dos livros.

A reprodução do material Braille é feita pela *Imprensa Braille*, que, além dos serviços próprios de impressão, necessita de equipamento especializado. Na Fundação Dorina Nowill<sup>10</sup>, por exemplo, existem duas formas de reprodução. Um

---

<sup>8</sup> Existem também as máquinas Perkins elétricas de datilografia Braille.

<sup>9</sup> Dorina NOWILL, *Sistema braille: seu uso, produção e distribuição*, p. 14.

<sup>10</sup> A Fundação Dorina Nowill, antiga Fundação para o Livro do Cego no Brasil, sediada em São Paulo, oferece diversos serviços para a pessoa com deficiência visual, dentre eles, a produção industrializada de livros em Braille.

texto com extensão tipo “.t x t” ou “.doc” pode ser diretamente transformado em um texto em Braille impresso em papel, por uma máquina desenvolvida especificamente para isso, ou pode ser enviado para o *estereotipo*, que produz matrizes em chapas de alumínio, posteriormente reproduzidas em papel pela impressora.

O primeiro processo, apesar de possuir uma etapa a menos, ainda não possui muitas vantagens de custos, porém está se desenvolvendo e deve assumir, num futuro não muito distante, uma posição mais significativa nas reproduções em Braille.

A produção dos livros em Braille requer pessoas especializadas, com total conhecimento do Braille e com prática para minimizar os problemas na transcrição e diminuir o tempo da produção de um livro. Em média, na Fundação Dorina Nowill, um livro texto de aproximadamente 150 páginas leva um mês para ser transcrito e um livro didático leva de quatro a seis meses, dependendo da área de conhecimento. Um livro didático de Física, por exemplo, leva um tempo longo na transcrição, devido aos gráficos, símbolos e fotos, que exigem um cuidado redobrado.

Para se fazer uma transcrição minuciosa que corresponda o mais fielmente possível à obra original, gasta-se um tempo maior. Desta forma, em muitos casos, utiliza-se uma forma mais compacta da transcrição, em que o processo é um pouco mais rápido, ficando, porém, um pouco mais distante da obra original. A forma compacta pode dificultar a leitura do aluno, pois nesse processo, em alguns momentos, são feitas observações para o aluno ao longo do texto ou adaptações. Por exemplo, em itens em que o aspecto visual é muito utilizado, como gráficos, sugere-se para o aluno pedir a ajuda de uma outra pessoa para auxiliá-lo neste ponto em particular. Mesmo com o livro transcrito, o aluno possui pouca autonomia no seu estudo, dependendo do auxílio de outras pessoas.

Outro sistema de reprodução do material Braille que pode ser utilizado é a máquina *Thermoform* (figura 7), que “produz cópias permanentes em folha plástica chamada braillon, de matrizes em papel braille comum”.<sup>11</sup> Ela permite a confecção de mapas, gráficos e desenhos em relevo, porém usa apenas um lado do papel e sua produção acima de 50 cópias torna-se pouco econômica.



Figura 7 – Máquina Thermoform. Foto retirada do livro *Sistema Braille* de Dorina Nowill.

Os livros em Braille são volumosos e pesados, o que torna sua estocagem complicada, e suas edições não podem ser muito grandes. É difícil, por exemplo, o cego montar sua própria biblioteca em casa. As matrizes, feitas pela Imprensa Braille, podem ser estocadas e delas podem-se tirar quantas cópias forem necessárias, mas com a curta validade da obra, a matriz precisa ser refundida e reutilizada.

A necessidade de mão-de-obra especializada e de uma produção cada vez mais rápida, o aumento no custo de produção e a flexibilidade de produção, são problemas enfrentados na transcrição para a linguagem Braille. O Braille, porém, é o principal sistema para a educação e o desenvolvimento cultural das pessoas cegas e

---

<sup>11</sup> Dorina NOWILL, *Sistema braille: seu uso, produção e distribuição*, p. 15.



o único meio utilizado pelas pessoas cegas – surdas. Sendo assim, é importante investir no desenvolvimento de melhores condições para este sistema.

Existem alguns materiais específicos de Matemática mais comumente usados pelo cego, como o *cubarítimo* e o *sorobã*. O *cubarítimo* (figura 8), mais utilizado no início da escolaridade, permite ao aluno fazer as operações matemáticas básicas, operações com frações e números decimais, potenciação e mínimo múltiplo comum. Ele é composto por cubos plásticos, nos quais estão impressos os algarismos em Braille e os sinais de operação. Esses cubos são encaixados numa caixa de madeira, cuja parte superior possui uma grade de metal fixa onde são efetuadas as operações matemáticas. A caixa tem uma gaveta, com tampa removível, onde são guardados os cubos.<sup>12</sup>

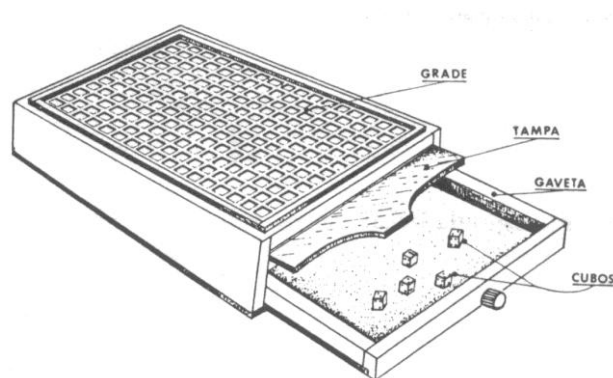


Figura 8 – *Cubarítimo*. Retirada do livro *O Deficiente Visual na Classe Comum*.

<sup>12</sup> SE/CENP, *O deficiente visual na classe comum*, p. 57-68.

O sorobã (figura 9), ou ábaco, adaptado por Joaquim Lima de Moraes em 1949, tem como função a realização dos cálculos matemáticos. Esse sistema ajuda os alunos cegos a acompanharem o ritmo das atividades de matemática na sala de aula, permitindo rapidez e precisão no registro dos números. O sorobã é composto<sup>13</sup> por:

1. *Moldura, assentada sobre suportes de borracha, na parte inferior da base do sorobã, evitando seu deslizamento desnecessário.*
2. *Régua longitudinal, ou simplesmente régua, que divide o sorobã em duas partes: parte superior e parte inferior.*
3. *Parte superior.*
4. *Parte inferior.*
5. *Eixos transversos ou hastes verticais sobre as quais se movimentam as contas.*
6. *Contas, situadas na parte superior da régua, sendo uma em cada eixo.*
7. *Contas, situadas na parte inferior da régua, sendo quatro em cada eixo.*
8. *Pontos salientes, existentes ao longo da régua, dividindo-a em sete espaços iguais.*
9. *Borracha, colocada em cima da base da moldura do sorobã, impedindo que as contas deslizem livremente, isto é, sem que o operador as tenha manipulado.*<sup>14</sup>

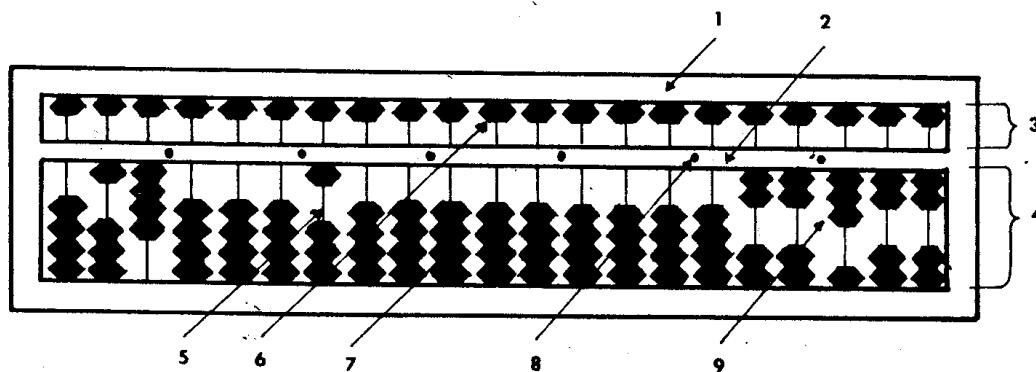


Figura 9 – Sorobã. Retirada do livro Sorobã adaptado para os cegos.

<sup>13</sup> Os oito primeiros itens são apresentados na figura 9.

<sup>14</sup> SE/CENP, *Sorobã adaptado para cegos: descrição e técnicas de utilização*, p. 8.

Para se iniciar uma operação de registro dos números no sorobã, “todas as contas (superiores e inferiores) devem ser afastadas da régua, de modo que fique registrado zero em toda a sua extensão”, o que é denominado *posição de alinhamento* (figura 10).<sup>15</sup>

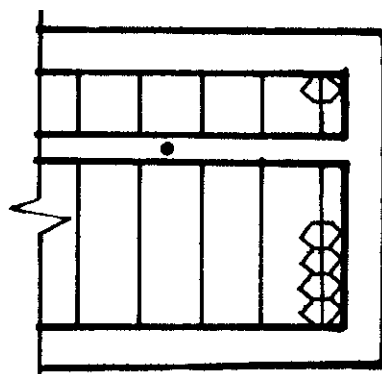


Figura 10 – Posição de alinhamento, Numeral zero. Retirada do livro Sorobã adaptado para os cegos.

Na régua longitudinal, cada ponto saliente separa os eixos (ou as hastas verticais) a intervalos iguais, ou seja, a cada três eixos tem-se um ponto saliente e cada um deles (eixo) corresponde às ordens das unidades, dezenas e centenas de cada classe (figura 11). “Os três primeiros eixos irão formar a primeira classe, ou seja, a classe das unidades simples, sendo que o 1º eixo corresponde à 1ª ordem, isto é, à unidade, o 2º eixo à 2ª ordem, à dezena, e o 3º eixo à 3ª ordem, à centena.”<sup>16</sup> Em seguida, tem-se a classe dos milhares, na qual cada eixo representa, respectivamente, à unidade de milhar, à dezena de milhar e à centena de milhar. Desta forma, com o sorobã é possível registrar até quintilhões.

<sup>15</sup> As contas em branco, da figura x, representam as quantidades não registradas e as contas em preto as quantidades registradas.

<sup>16</sup> SE/CENP, *Sorobã adaptado para cegos: descrição e técnicas de utilização*, p.10.

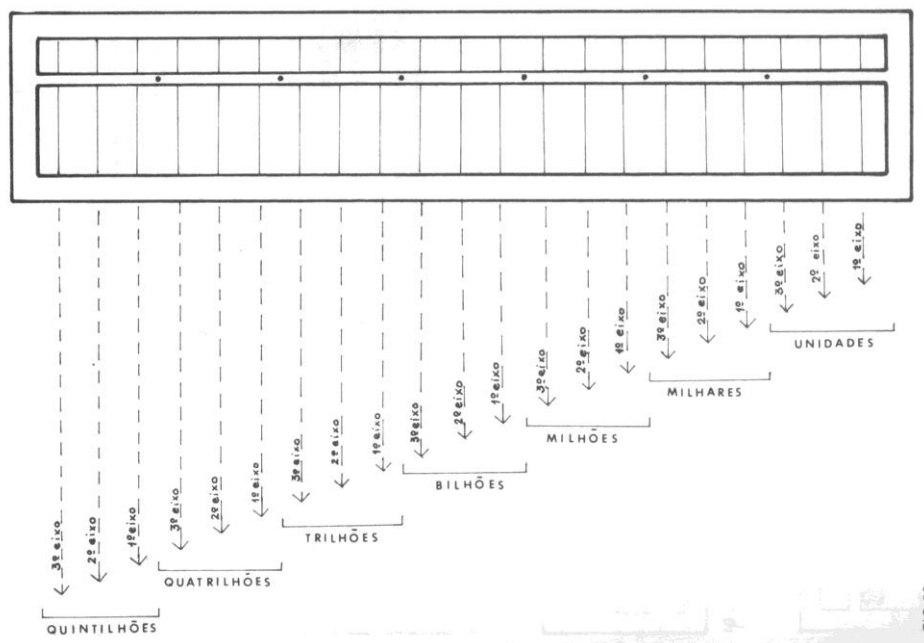


Figura 11 – Sorobã. Retirada do livro Sorobã adaptado para os cegos.

*Cada conta da parte inferior do sorobã terá o valor de uma unidade, uma dezena ou uma centena, conforme o eixo em que estiver localizada.*

*Cada conta da parte superior do sorobã terá o valor de cinco unidades, cinco dezenas ou cinco centenas, conforme o eixo em que estiver localizada.*<sup>17</sup>

A seguir mostram-se alguns exemplos para facilitar um pouco mais a compreensão do registro dos numerais no sorobã. Para registrar o numeral *um*, por exemplo, deve-se deslizar uma única conta, do 1º eixo da parte inferior, até que ela fique encostada na régua (figura 12). Ao deslizar as duas contas da parte inferior do 1º eixo, também encostando-as na régua, registra-se o numeral *dois* (figura 13).

<sup>17</sup> SE/CENP, *Sorobã adaptado para cegos: descrição e técnicas de utilização*, p.10.

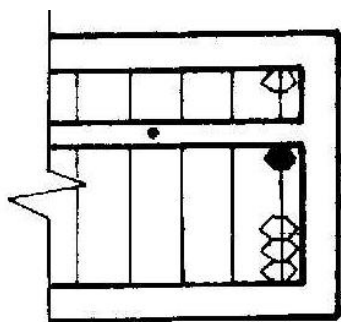


Figura 12 – Numeral *um*. Retirada do livro Sorobã adaptado para os cegos.

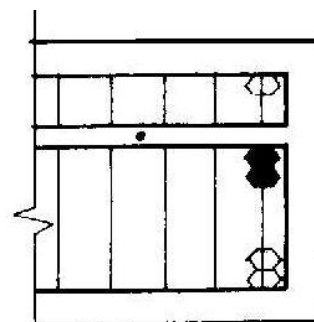


Figura 13 – Numeral *dois*. Retirada do livro Sorobã adaptado para os cegos.

No registro do numeral *cinco*, deve-se deslizar a conta do 1º eixo da parte superior, encostando-a na régua (figura 14). Caso queira-se registrar o numeral *sete* no sorobã, as contas utilizadas para os numerais *cinco* e *dois* devem ser deslizados (figura 15).

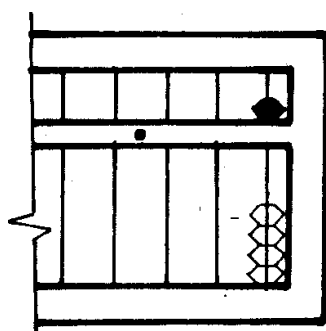


Figura 14 – Numeral *cinco*. Retirada do livro Sorobã adaptado para os cegos.

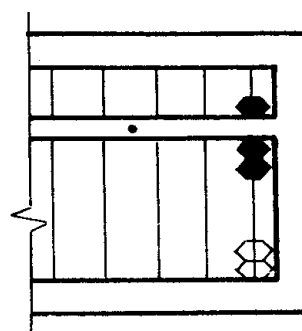


Figura 15 – Numeral *sete*. Retirada do livro Sorobã adaptado para os cegos.

Deslizando-se uma conta do 2º eixo (dezena de unidades) da parte inferior, faz-se o registro do numeral *dez* (figura 16). E com as contas utilizadas para registrar os numerais *dez* e *um*, forma-se o numeral *onze* (figura 17).

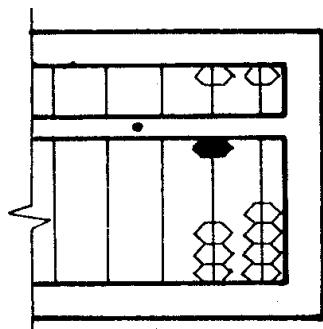


Figura 16 – Numeral *dez*. Retirada do livro Sorobã adaptado para os cegos.

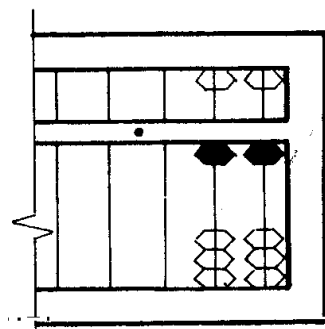


Figura 17 – Numeral *onze*. Retirada do livro Sorobã adaptado para os cegos.

O numeral *cinquenta* deve ser registrado deslizando-se a conta do segundo eixo da parte superior, encostando-a na régua (figura 18). E, como último exemplo, no registro do numeral *cem*, utiliza-se a conta do terceiro eixo da parte inferior (figura 19).

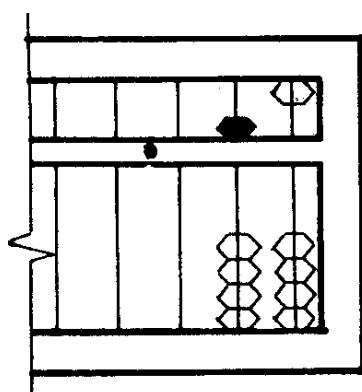


Figura 18 – Numeral *cinquenta*. Retirada do livro Sorobã adaptado para os cegos.

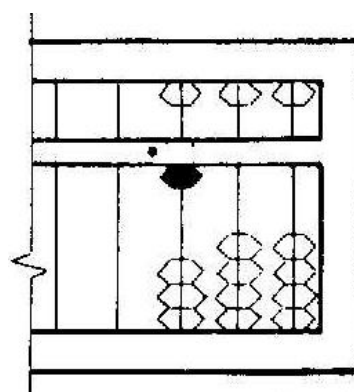


Figura 19 – Numeral *cem*. Retirada do livro Sorobã adaptado para os cegos.

Outro instrumento que pode ser muito útil no estudo da Matemática pela pessoa cega é o *geoplano*. Este instrumento é composto por uma base de *eucatex* quadriculado, no qual é possível dispor pinos e elásticos com argolas presas à sua extremidade. O elástico passado por entre os pinos permite a construção de alguns gráficos e de polígonos, o que possibilita a discussão dos conceitos de área e perímetro, por exemplo. O trabalho com o *geoplano* também pode contribuir nas

aulas de Física, pois esses conceitos são familiares a ambas as disciplinas. Além disso, este instrumento é de fácil manuseio para o aluno cego e para o professor, sendo complementar ao desenho em alto-relevo.

O computador é outro instrumento que vem sendo muito útil para a pessoa cega. Até um tempo atrás, alguns procedimentos essenciais na vida comum não faziam parte do cotidiano da pessoa cega, ou faziam apenas por meio de outras pessoas. Atividades básicas, como ler o preço de mercadorias, números de telefone, cardápios, orientações sobre o espaço público, informações bancárias etc.; copiar e fazer trabalhos escolares, ler jornais ou livros impressos em tinta eram atividades em que o cego dependia basicamente da ajuda de um *ledor*. Hoje muitas dessas tarefas passam a ser facilitadas com o auxílio do computador. Determinadas dificuldades, como as limitações no desenvolvimento profissional de pessoas que ficaram cegas após terem entrado no mercado de trabalho, ou as poucas possibilidades de um cego conseguir emprego com boas oportunidades de trabalho podem ser minimizadas por meio desse instrumento.

O uso do computador se transformou num caminho para a pessoa com deficiência visual buscar novas metas e estímulos para se integrar na sociedade. Ele possibilita o acesso à informação (leitura de revistas, jornais e alguns livros) e à comunicação (encontro com amigos, troca de idéias e outros).<sup>18</sup>

O *DOSVOX*<sup>19</sup>, por exemplo, é um "... sistema para microcomputadores da linha PC que se comunica com o usuário através de síntese de voz, viabilizando, deste modo, o uso de computadores por deficientes visuais..."<sup>20</sup>. Com este sistema o cego pode adquirir maior independência no estudo e no trabalho. O *DOSVOX* é destinado

---

<sup>18</sup> Percebe-se, no discurso de alguns, que o computador tornou-se os *olhos* do cego ou a vida dele.

<sup>19</sup> Sistema desenvolvido sob a coordenação do Prof. Antônio Borges, no Núcleo de Computação Eletrônica – NCE da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

<sup>20</sup> <<http://caec.nce.ufrj.br/~dosvox>>, p. 1. Acesso 31/07/01.

a auxiliar às pessoas com deficiência visual, “executando tarefas como edição de textos (com impressão comum ou Braille), leitura/audição de textos anteriormente transcritos, utilização de ferramentas de produtividade faladas (calculadoras, agenda, etc.), além de diversos jogos ...”<sup>21</sup>

O uso desse sistema possibilita ao aluno a fazer trabalhos escolares, facilitando a troca e a interação professor/aluno. Permite um melhor acesso a jornais, revistas e livros e o acesso a informações e serviços básicos para convivência social, como preços de mercadoria e caixa automático bancário, por exemplo. Promove oportunidades de profissionalização, como *telemarketing* ou recepcionista, e viabilização de readaptação de pessoas que ficam cegas, ensinando-lhes a utilização da tecnologia adequada a cada profissional, como por exemplo músicos, advogados e engenheiros.

Com este sistema a pessoa cega pode ter acesso à Internet, correio eletrônico, montar a sua própria *homepage* e estabelecer outras interações com os amigos por meio de *chats*, por exemplo. Enfim, ele pode promover maior independência/autonomia e oportunidades no estudo e no trabalho da pessoa cega, acesso ao mundo da cultura e da informação e estímulo ao inter-relacionamento.

O computador pode oferecer muitas vantagens ao aluno cego com as devidas adaptações, porém ele é apenas uma ferramenta. “Para que ele possa ser efetivamente importante, é necessário o início imediato das ações que possam aplicá-lo ao maior número de deficientes visuais do nosso país. E isso depende do esforço de todos”.<sup>22</sup> Sem dúvida, o sistema ainda possui limitações, como por exemplo o grande número de sites que deixam de lado o quesito acessibilidade em benefício do visual, criando barreiras para a pessoa cega no acesso do conteúdo e

---

<sup>21</sup> <<http://www.mec.gov.br/ibc/rev03htm.htm>>, p. 3. Acesso, 27/07/99.

<sup>22</sup> *Ibid*, p. 6. Acesso, 27/07/99.



motivando diferentes pesquisas para a obtenção de sistemas cada vez melhores.

Algumas questões são levantadas com relação ao uso do computador, como por exemplo, se o contato demasiado com este instrumento pode gerar um isolamento maior da pessoa cega, ou se não é uma forma de o cego se distanciar do outro com a intenção de se preservar e promover a própria exclusão. Esse problema, na verdade, possui um caráter mais geral. Independente de a pessoa ser cega ou não, ela pode se distanciar e se isolar do outro se ela se limitar ao computador e acreditar que este é o único meio de interação, utilizando-o de forma inadequada. O computador é um instrumento audiovisual que, quando usado adequadamente, promove a comunicação e o acesso às informações.

É uma outra forma de interagir com o mundo, o que facilita a atuação do cego. É uma linguagem que possui aspectos diferentes da linguagem Braille, não podendo, portanto, substituí-la, sendo apenas complementar a esta. Nesse sentido, cabe ao professor estabelecer cuidados necessários para que o uso do computador seja feito da melhor forma possível.

#### 1.4 – O Eu, o Outro e o Nós numa Perspectiva Inclusiva.

Como parte de uma sociedade, com um sistema de valores historicamente constituído, com regras e padrões que são guias para a vida individual e coletiva, o indivíduo que não se “encaixa” no que é considerado *normal* pode ficar à margem na sociedade.

Esses padrões perpassam diversos aspectos físicos, religiosos, étnicos, econômicos etc.. São padrões de beleza, de cor, de poder aquisitivo, que geram discriminações, excluindo o diferente. Dessa forma, as pessoas com algum comprometimento sensorial ou físico acabam sofrendo duplamente, com as suas próprias especificidades e com os padrões preestabelecidos.

No caso da deficiência visual, pode-se ressaltar alguns fatores importantes que influenciam as interações da pessoa cega consigo e com os outros. Segundo Amiralian:

*... as pessoas cegas precisam utilizar-se de meios não usuais para estabelecer relações com o mundo dos objetos, pessoas e coisas que as cercam: esta condição imposta pela ausência da visão se traduz em um peculiar processo perceptivo, que se reflete na estruturação cognitiva e na organização e constituição do sujeito psicológico.<sup>1</sup>*

E essa forma diferente de apreender o mundo esbarra nos padrões sociais.

A visão assume um papel preponderante e lhe é atribuído, consciente ou inconscientemente, um valor primordial na recepção de elementos para a exploração do mundo. Ao vender os olhos ou pensar na ausência visual, a pessoa se sente

---

<sup>1</sup> Maria AMIRALIAN, *Compreendendo o cego*, p. 21.

perdida e imersa na *escuridão total*. “E acreditamos ser este o estado constante dos sujeitos cegos.”<sup>2</sup> Jorge Luís Borges ao comentar sua cegueira, ressalta a idéia, muitas vezes equivocada, de que o cego vive numa escuridão:

*Quero me referir a um fato muitas vezes equivocado e que não sei até onde é do conhecimento geral. As pessoas imaginam o cego encerrado num mundo negro. Existe um verso de Shakespeare que talvez reforce essa opinião: Looking on darkness which the blind do see – “contemplando a escuridão que os cegos vêem”. Se entendemos negrume por escuridão, então o verso de Shakespeare é falso.*

*O preto é uma das cores que fazem falta ao cego (ou, pelo menos, a este cego). (...) O mundo do cego não é a noite, que se supõe. Em todo caso, estou falando de mim mesmo e em nome de meu pai e minha avó, que morreram cegos.*<sup>3</sup>

Acaba-se, portanto, atribuindo à cegueira significados distantes da real vivência da pessoa cega. Novamente como diz Amiralian, “muitas e muitas estórias recheiam nossa memória com conceitos, noções e imagens mentais de cegueira, que, na maioria das vezes, refletem muito mais conceitos metafóricos e simbólicos de cegueira do que uma real experiência com pessoas cegas.”<sup>4</sup>

Amiralian descreve de forma interessante as concepções populares sobre cegueira.<sup>5</sup> Na cultura popular, às vezes, são atribuídos ao cego os papéis de pessoa indefesa, inútil ou, até mesmo, de necessitado. Em outras ocasiões, ele é considerado um sobrenatural, com poderes para adivinhar fatos e coisas. Existem também as atribuições relacionadas ao cego bondoso, aquele que não prejudica

---

<sup>2</sup> Maria AMIRALIAN, *Compreendendo o cego*, p. 22.

<sup>3</sup> Jorge Luís BORGES, *Sete noites*, p. 165 e 166.

<sup>4</sup> Maria AMIRALIAN, *Compreendendo o cego*, p. 23.

<sup>5</sup> *Ibid*, p. 22 e 23.

ninguém, que é superior à pessoa que vê por estar longe dos estímulos visuais. E aquelas referentes a um indivíduo maldoso, castigado com a perda de visão.

Amiralian também descreve os *vários olhares* e expressões freqüentemente utilizados no cotidiano, que talvez possam justificar alguns estereótipos com relação à pessoa cega. Ela faz ainda alguns comentários sobre personagens cegos na literatura, desde a Antigüidade, mostrando que “as características fictícias usadas para descrever os cegos são tão contraditórias quanto as concepções populares, e semelhantes a estas.”<sup>6</sup>

Os diferentes olhares descritos por Amiralian possuem muitas significações e são muito presentes no cotidiano. Uma das associações presentes no cotidiano é a relação do *ver* com o *conhecer*, em que o *não ver* pode corresponder a *incapacidade de compreender*. Isso pode ser associado à concepção positivista. “Para o empirismo, a construção racional só se pode estruturar a partir da experiência sensível. Para o positivismo, a teoria é uma rede de pescar dados, mas os dados é que orientarão a elaboração de novas teorias.”<sup>7</sup> Esta concepção limita as ações no ensino, pois não permite ir além do que é visto ou percebido. Segundo Amiralian:

*A identificação de ver com conhecer é antiga. Desde a antigüidade, a cultura grega identificava pela linguagem o ver e o pensar. Eidos, forma ou figura, é afim à Idéia. Sócrates, em Fédon, descreve a cegueira como a perda do olho da mente. De modo semelhante, em nossa linguagem cotidiana, observa-se a utilização das palavras visão e olhar, ou o uso de seus sinônimos e derivados, com esse significado, nas mais diversas situações.*<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> Maria AMIRALIAN, *Compreendendo o cego*, p. 26.

<sup>7</sup> Alice LOPES, *Bachelard: filósofo da desilusão*, p. 258.

<sup>8</sup> *Ibid*, p. 24.

Essas palavras também trazem outros tipos de significações. O órgão visual pode trazer a lembrança de função de guarda e de cuidado, as palavras e expressões *fique de olho* e *olho vivo*, por exemplo, passam a significar proteção e vigilância. Outras expressões como o *olhar 43*, *amor à primeira vista* ou *despir com os olhos* estão relacionadas aos desejos afetivos ou sexuais. Há, ainda, aquelas associadas à ganância (*olho gordo*), à passividade (*olhar de peixe morto*), enfim, são vários olhares, contextos e significações.<sup>9</sup>

Diante disso, Amiralian questiona se a existência dessas concepções não contribuem para os estereótipos de quem não vê. Por exemplo, os cegos, em alguns momentos, são considerados poderosos amantes, em outros, pessoas assexuadas, indefesas, misteriosas ou pobres de emoções. Seria possível listar muitos exemplos, expressões, situações, mas acredita-se que essas já citadas sejam suficientes para mostrar que tipos de preconceitos o professor, em geral, pode ter diante de um educando cego. Por isso é importante ressaltar esses fatos, para que os mesmos possam interferir o menos possível no ensino e no aprendizado do aluno. Imagine por um instante o *eu* do cego dentro das situações mapeadas anteriormente. Pense que tipo de conflitos, dificuldades e desafios, o cego enfrenta consigo no que diz respeito à sua perda da visão.

Segundo Amiralian, “as relações com o outro e com o mundo, fundadas no desejo de ser aceito como é, caminho de verdadeiras trocas afetivas, se constitui como problema básico para todos aqueles que, por serem cegos, são diferentes”.<sup>10</sup> Diante de possíveis discriminações e preconceitos, o cego busca ocupar o seu espaço no mundo, relacionar-se com o outro, ter direitos e exercer deveres; enfim, luta para ser aceito como ele é e ter a sua identidade reconhecida. Essa luta já

---

<sup>9</sup> Maria AMIRALIAN, *Compreendendo o cego*, p. 25.

<sup>10</sup> *Ibid*, p. 25.

começa no primeiro núcleo social, a família, no qual cego, para sobreviver sem ver, é obrigado a brigar cada vez mais e, para tentar se impor, deve optar entre usufruir de uma agressividade oculta ou recolher-se a um mundo particular.

Amiralian apresenta alguns conflitos enfrentados pelo cego, os quais estão relacionados à sua integração na escola. Compreender melhor esses conflitos é importante, pois eles podem dificultar a integração do aluno na escola, e a ausência da integração pode alimentá-los ainda. Um desses conflitos diz respeito à dependência/independência do cego. O impasse surge nas mais básicas atividades, como atravessar uma rua, pegar um ônibus ou escolher a sua própria roupa, evidenciando uma *necessária dependência* do cego em relação à pessoa que vê. Por outro lado, o cego sente a necessidade de se desenvolver pessoalmente e, sendo assim, reflete sobre até que ponto deve se render a esta proteção ou lançar-se ao mundo. É possível encontrar casos de pessoas cegas que acabam ficando com uma dependência “constante”, tendo sempre um acompanhante. Este, em alguns momentos, pode limitar o desenvolvimento do cego, fazendo coisas que ele pode realizar sozinho. Num enfoque educacional, é importante a atenção do professor para delimitar as reais necessidades do aluno.

O segundo conflito está relacionado à aceitação/negação da cegueira pelo próprio cego. Nesse caso, ele precisa decidir se aceita suas diferenças e limitações decorrentes da cegueira (se está preparado para enfrentar o mundo dos que vêem), buscando assumir o seu espaço, ou se ele prefere negá-la, tentando ser como a pessoa que vê para conseguir aceitação. Essa decisão não só dependerá da pessoa cega, mas também do contexto no qual ela está inserida, ou seja, se ela tem a possibilidade de se integrar no meio onde ela convive.

Num mundo coberto por padrões, onde os papéis são centrados, na maioria das vezes, na percepção visual, é difícil para o cego assumir suas especificidades e necessidades, abrindo mão, em muitos casos, da conquista do seu espaço.

Outro conflito muito enfrentado pelo cego é o sentimento de desqualificação e insuficiência. A pessoa que não vê, em muitos momentos, não acredita na sua própria capacidade de realizar atividades, acha que o que ela fez está errado ou insuficiente, ou que faltam detalhes. Um exemplo interessante é o de um aluno que, em uma das atividades, fez uma ilha com massa de modelar e não se conformava com a sua produção, acreditando que não estava bonito e que faltavam alguns detalhes para fazer uma ilha perfeita. Percebeu-se ainda, por parte de alguns alunos cegos, a preocupação com a estética e o visual, mostrando a forte presença dos estímulos visuais ao seu redor e dando a entender que os *padrões de beleza* funcionam como guias em suas produções. Muitos profissionais cegos, por exemplo, avaliam a sua produção pelas críticas realizadas por pessoas não cegas, porém essas avaliações são muito centradas no visual. Nesse sentido, a interação com o outro é importante, está relacionada com o processo social básico que o cego precisa ter, porém isso não significa aceitar toda e qualquer produção do cego ou só avaliá-la por elementos visuais.

O quarto conflito relaciona-se aos sentimentos de solidão e isolamento. A diferença no órgão visual pode gerar um afastamento da própria pessoa cega, tanto no sentido de se proteger, quanto na crença da impossibilidade de interação entre cegos e não cegos. Em alguns momentos, a perda visual pode aumentar o sentimento de busca do desconhecido, de um mundo de mistérios e descobertas, gerando insegurança para quem não vê e provocando o isolamento como forma de autoproteção. Esse conflito pode interferir nas relações aluno-aluno e aluno-

professor, dificultando a interação entre eles e, conseqüentemente, o processo de ensino e aprendizagem. Se o aluno não está seguro e aberto para trocar informações e disposto a dialogar, o trabalho, por melhor que seja, não chegará até ele. Nesse caso, a participação do professor é fundamental; ele deve buscar junto com o aluno cego a sua integração, a interação com o outro deve ser efetiva. Deve-se estabelecer condições e possibilidades para o aluno agir e interagir no espaço escolar.

Por último, mas não menos importante, há o sentimento de inveja. O desejo de ver, demonstrado por algumas pessoas cegas, e o querer o que o outro tem – a visão – é também um sentimento descrito por Amiralian. Torna-se uma luta para obter algo que foi perdido, criando, em alguns momentos, uma competição com a pessoa que vê. Isso também dificulta a integração da pessoa cega, pois é estabelecida uma barreira com o outro, não permitindo uma troca, um compartilhar.

Se é preciso conhecer o cotidiano do aluno cego, torna-se importante também conhecer os conflitos e as dificuldades que ele possa enfrentar, pois isso interfere na sua integração no espaço escolar. Naturalmente, não é dever do professor assumir os papéis de um psicólogo e tentar resolver os problemas dos alunos, mas acredita-se que faz parte da sua prática o estímulo ao educando, buscando, assim, a sua integração na sala de aula. E quanto mais se conhece o aluno, melhor é o diálogo que pode ser construído.

A conscientização dos próprios preconceitos com o aluno cego é um elemento importante na integração. Não se deve superestimar ou subestimar os alunos. Tentar manter um equilíbrio pode contribuir para o seu desenvolvimento em sala de aula. Tentar dialogar sobre essas questões com os outros alunos, tirar dúvidas e curiosidades, além de incentivar a interação entre os alunos. Observou-se em alguns



casos, por exemplo quando o professor aplicava trabalho em grupo, que os alunos excluía o aluno cego por acharem que ele poderia atrapalhar o grupo. Em ocorrências desse tipo, o sentimento de solidariedade deve ser estimulado. Algumas atividades que usassem as percepções táteis, auditivas, olfativas ou cinestésicas poderiam ser realizadas, de forma que o cego tivesse um espaço para mostrar algumas de suas habilidades, possibilitando, assim, uma troca de experiências entre os alunos. No ensino de Física, em particular, o estudo das ondas mecânicas numa corda ou mola, por meio do tato, a reflexão de ondas sonoras, o eco, para o reconhecimento das dimensões de uma sala, ou a identificação de instrumentos musicais numa música, para se discutir conceitos básicos como timbre, intensidade e altura dos sons, são alguns exemplos de atividades que poderiam ser trabalhadas com os alunos.

É necessário incentivar a auto-estima do aluno cego, mostrando que ele é capaz de produzir coisas no seu estilo e da sua maneira. Que é possível e saudável relacionar-se com o outro, conhecer lugares, pessoas e situações diferentes. É importante lembrá-lo de que na sociedade existe um espaço que é dele, e que deve ser ocupado.

O saber aceitar as suas diferenças também é importante. As pessoas são diferentes, independentemente de serem cegas ou não. Elas possuem especificidades, facilidades ou dificuldades em determinados fazeres e personalidade, jeitos e reações distintas para as diversas situações. Pode-se enfatizar semelhanças, seja na aparência ou no modo de agir, mas não se consegue ser igual, os indivíduos são únicos. Mesmo estando numa sociedade com padrões e regras, mesmo que essas sejam universais, as pessoas, cegas ou não cegas, são singulares e, por que não dizer, especiais.

Em meio a um grupo, há projetos, ambições e desejos diferentes, sonhos e metas a serem buscadas, e isso precisa ser descoberto pelos alunos. Nesse sentido, fala-se de projeto de vida e de mundo, do que se quer enquanto profissional e enquanto ser social e político, e do que se gostaria de alcançar. A escola também deve ter seu projeto, daquilo que ela precisa ter e ser para fornecer os suportes necessários aos projetos de vida e de mundo dos alunos que ela mesma forma. Isso faz pensar em quais são os papéis dos professores, alunos, diretores, funcionários, pais, enfim, da comunidade escolar para atender as necessidades e os objetivos e montar um projeto conjunto. Não é objetivo central dessa dissertação trabalhar esse tema em específico, mas busca-se, dentre os objetivos já levantados, definir o papel do educador junto ao aluno cego.

## 1.5 – Desafios da Escola Inclusiva: o professor, o aluno e a Física no cenário da integração

Em vários momentos nesse texto citou-se a importância da inclusão e integração do aluno cego. A seguir, tentar-se-á esclarecer um pouco mais os significados desses termos. Também serão abordadas algumas questões que, embora pertinentes, são pouco levantadas, como: *Há realmente inclusão? Qual o papel do professor e do aluno na política inclusiva? E Como atender às necessidades dos alunos?*

A política inclusiva defende a entrada dos alunos com deficiência visual na escola comum, mas se percebe que as escolas ainda não possuem uma estrutura para atender a esses alunos. Diante disso, precisa-se primeiramente definir o que seria essa inclusão e qual o seu papel, além de explicitar a importância da integração desses alunos na escola.

Ao se falar em inclusão, fala-se em escola, bem como de outras instituições. É importante saber que o papel político-pedagógico da escola frente ao aluno tem diversos aspectos, que vão desde o comportamento administrativo<sup>1</sup> até a “viabilização de projetos, envolvendo formas democráticas de organização e funcionamento da escola (relações de trabalho)”<sup>2</sup>, sem esquecer o uso de recursos disponíveis para atender um objetivo, articulando meios para atingir fins. Como ressalta Roseli Baumel:

---

<sup>1</sup> “... estabelecimento das políticas; fins, meios; planejamento, avaliação; articulação com e entre a comunidade escolar; destinação e alocação de recursos; respeito às individualidades; defesa dos interesses do coletivo escolar, das necessidades das crianças, dos jovens em sua passagem pela escola” (Roseli BAUMEL, notas de aula).

<sup>2</sup> Roseli BAUMEL, notas de aula.

*O desenvolvimento das chamadas escolas inclusivas é o propósito, senão o desafio, que se coloca à comunidade educativa, no fundamento da educação para todos. Contudo, esta base filosófica exige estudar as dimensões pedagógicas, onde se compreendam e direcionem mudanças possíveis da e na escola, buscando alternativas que contemplem:*

- *Condições favoráveis à aprendizagem em sala de aula;*
- *A organização dos recursos educativos;*
- *Enquadramento das ações, no contexto da concepção dessa escola;*
- *Perspectivas e respostas práticas e reais das escolas à diversidade dos alunos.*<sup>3</sup>

A inclusão diz respeito à organização do todo da escola e, portanto, à atuação de professores, alunos, diretores, pais e funcionários em conjunto. Incluir também significa criar condições de ensino e de vida adequadas ao nosso aluno. “Dentro do campo da educação, adotar a escola inclusiva é projetar e desenvolver equalização de oportunidades e objetivar a integração de todos os escolares, promovendo igualdade de oportunidades e de participação”.<sup>4</sup>

A integração diz respeito ao indivíduo, suas condições e possibilidades de agir e interagir no meio escolar, envolvendo as ações nas quais ele se inclui, o que efetiva a interação com o outro. Diz respeito ao processo social básico que o indivíduo precisa vivenciar. O aluno precisa sentir que é parte integrante da sua escola, necessita ser estimulado a assumir a função de partícipe, a exercer as ações dentro do seu espaço escolar. Como qualquer aluno, merece ter a sua identidade preservada e sentir que faz parte do meio escolar. A integração deve estar intimamente articulada com a inclusão e ser complementar à mesma, ou seja, não existe na inclusão efetiva sem integração.

---

<sup>3</sup> Roseli BAUMEL, *Integrar e incluir: desafio para a escola atual*, p. 33.

<sup>4</sup> *Ibid*, p.35.

É necessário discutir a política inclusiva, pois deve-se garantir a integração do aluno em todos os níveis, social, político ou científico-tecnológico. A inclusão tem por objetivo criar oportunidades educacionais adequadas a todas as crianças e jovens. Mas matricular o aluno e não lhe dar boas condições para continuar o seu processo de ensino e aprendizagem não é inclusão. É preciso fornecer condições para que os alunos com algum tipo de deficiência possam freqüentar uma sala de aula comum e nela se desenvolver social e intelectualmente. A escola deve conviver com as diferenças, incentivando as potencialidades individuais. E como ressalta Roseli Baumel:

*... devemos pensar e crer que a escola inclusiva permite, na prática, evidenciar o fundamento de que todas as crianças devem aprender juntas, com dificuldades ou diferenças que apresentam. Isto se reporta à elaboração de planos que reconheçam e respondam às necessidades dos alunos. Em outras palavras, acomodar estilos, ritmos de aprendizagem (...) Antevê-se, assim, a questão pedagógica que a escola inclusiva pode encarar: as intervenções desenvolvidas junto aos escolares, exigindo uma revisão das concepções do ensino, da aprendizagem e até da avaliação. É nesta última que em geral emergem os mecanismos da exclusão – centrados na seleção e autoritarismo, muitas vezes, não compreendidos pelos próprios professores, pelos alunos e, muito mais, pelas famílias.<sup>5</sup>*

Sabe-se que, na prática, os direitos relacionados à Educação Especial<sup>6</sup> ainda estão distantes do aluno cego. Na busca pela sua integração nas escolas regulares, é necessário perguntar se o educando cego está realmente incluso e integrado,

---

<sup>5</sup> Roseli BAUMEL, *Integrar e incluir: um desafio para a escola inclusiva*, p. 35.

<sup>6</sup> LEI n.º 9.394/96, Cap. V. In: *Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio, Parte I - Bases Legais*, p. 39.

tendo em vista as dificuldades da Educação atual. Ouve-se constantemente a frase *os alunos são iguais quando*, na verdade, a palavra *igual* deve referir-se aos direitos e deveres que o aluno possui, ou seja, ao exercício da sua cidadania. A inclusão não significa tratar o aluno da mesma maneira que os outros, é preciso reconhecer e considerar as suas especificidades. Como diz Roseli Baumel, deve-se ter a:

*Valorização da diversidade: na comunidade humana, não há como admitir padronizações, igualdades. Há uma afirmativa até de que: ‘somos iguais, com desigualdades’. Valorizar a diversidade implica em repensar categorizações e representações sobre os alunos, em uma perspectiva de reflexão sobre rótulos ...<sup>7</sup>*

A proposta da escola inclusiva é abrir caminhos educacionais adequados a todos os alunos. Fornecer condições para que eles aprendam juntos, convivendo com as possíveis dificuldades e diferenças e para que tenham uma formação qualificada para o exercício da profissão e da cidadania.

A Declaração de Salamanca estabelece que:

*... cada criança tem características, interesses, capacidades e necessidades de aprendizagem que lhe são próprios e que os sistemas educativos devem ser projetados e os programas aplicados de modo que tenham em vista toda a gama dessas diferentes características e necessidades.<sup>8</sup>*

Isso significa que, “independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, lingüísticas ou outras<sup>9</sup>”, cada aluno necessita de determinadas

---

<sup>7</sup> Roseli BAUMEL, *Integrar e incluir: um desafio para a escola inclusiva*, p. 36.

<sup>8</sup> DECLARAÇÃO de Salamanca e Linha de Ação – sobre necessidades educativas especiais, p. 10.

<sup>9</sup> *Ibid*, p. 17.

condições para que possa desenvolver suas potencialidades individuais, mesmo que para isso tenham de ser feitas acomodações de estilos e ritmos de aprendizagem.

A matrícula da criança na escola não garante que ela esteja integrada (figura 20). É preciso adaptar boa parte da estrutura da escola, desde banheiros e rampas até as atividades didático - pedagógicas, para garantir tal integração.

Mais do que promover a igualdade entre todos, independente de qualquer deficiência (visual, auditiva, mental, física ou múltipla), precisa-se reconhecer que os alunos são diferentes, perceber que cada um busca seu espaço na sociedade e que suas necessidades e seus objetivos são distintos.



Figura 20 – Cartum de Ricardo Ferraz (2000).

Descobrir quais são as expectativas e habilidades do aluno, conhecer suas concepções e suas experiências cotidianas é fundamental para dele se aproximar e para promover um ensino e uma aprendizagem realmente significativos.

O aluno precisa de espaço para expor suas idéias e o professor deve assumir a posição de orientador para estabelecer o diálogo em sala de aula. O diálogo é essencial para gerar o ensino e a aprendizagem, e para mantê-lo é preciso *saber fazer perguntas* ou levantar as questões mais apropriadas ao aluno. O professor deixa de ser essencialmente o transmissor de informação para se tornar o

organizador do ensino e da aprendizagem e o estimulador do desenvolvimento cognitivo e socioafetivo do aluno. Para que se solidifique a escola inclusiva, o professor deve reconhecer o seu papel de educador.

Algumas propostas e teorias educacionais têm salientado o caráter essencial do diálogo, para uma educação que pretende emancipar o educando. As idéias da educação dialógica de Paulo Freire são um exemplo importante. Essas e outras propostas e teorias têm enfatizado a importância da atitude ativa do educando na construção do conhecimento, assim como do sentido social e coletivo do aprendizado, a exemplo das teorias de Piaget e Vigotsky.

Certamente estes campos de idéias e propostas constituem pressupostos educacionais e humanistas gerais, com presença quase natural na presente dissertação. Por outro lado, a especificidade deste trabalho conduz a investigação para aspectos pedagógicos menos gerais, razão pela qual não estarão referidas obras dos autores acima mencionados ou de outros, cuja influência na formação da autora se deu em plano mais amplo que o domínio desta pesquisa.

Um conjunto de recursos educacionais e de estratégias de apoio precisa ser estabelecido para atender o aluno, mas, além disso, o professor deve e merece estar preparado para utilizá-lo. Tal preparação inclui tanto a sua formação inicial quanto a permanente. Diante de tantas dificuldades – salas superlotadas, número de aulas excessivo, poucos recursos etc. – o trabalho docente não deve se transformar numa tarefa isolada e, muitas vezes, sem perspectivas como no ensino usual, no qual o próprio professor vem assumindo uma condição de excluído. Deve existir a interação com as outras áreas para um possível trabalho em conjunto, e a formação deve dar subsídios para o professor enfrentar as dificuldades. É necessário, então, “aproveitar a enorme criatividade potencial da atividade docente. Trata-se, enfim, de



orientar tal tarefa docente como um trabalho coletivo de inovação, pesquisa e formação permanente.”<sup>10</sup> Para que o professor receba os alunos cegos com menor resistência, é preciso fornecer-lhe uma certa estrutura para poder atuar com segurança diante das situações de sala de aula.

Sabe-se que, para existir realmente a inclusão, é necessário o esforço e a compreensão de todos os partícipes da comunidade escolar (professores, diretores, pais, funcionários e alunos), o que leva a um sistema mais complexo, por existirem tantos objetivos diferentes. Mas, ao analisar o que é específico do professor, pois é ele quem atua na sala de aula e convive um tempo considerável com o estudante, é preciso formular a pergunta: que ações os professores poderiam liderar em prol da política inclusiva? A seguir, serão ressaltados alguns aspectos que contribuem para responder a esta questão.

Um dos caminhos para o professor é buscar um maior contato com a pesquisa em ensino de Ciências, a fim de usufruir de suas contribuições e participar das inovações didáticas. Aproximar-se dos resultados da comunidade científica, visitar centros de pesquisa e instituições especializadas em Educação Especial, manter contatos com alunos cegos, profissionais e demais pessoas ligadas a eles contribuiria significativamente para a formação inicial e permanente do professor.

O contato com profissionais de outras áreas abre um leque de opções para o educador, podendo tornar a sua aula mais dinâmica e interessante. No ensino do aluno cego, a interação com profissionais, como oftalmologista ou psicólogo, pode viabilizar um melhor atendimento aos estudantes. A Física, por exemplo, possibilita uma interlocução fértil com as outras linguagens. A Astronomia, a Literatura ou a

---

<sup>10</sup> CARVALHO e GIL-PÉREZ. *Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações*, p.18.

Música formam com a Física vias de mão dupla que incentivam a curiosidade do estudante.

Deve fazer parte dos objetivos da escola uma sólida relação professor–aluno; um compromisso entre ambas as partes em que o diálogo com o aluno cego, partindo da sua cultura e vivência, seja um dos pontos centrais. O respeito e a confiança para consigo e com os outros são fundamentais no processo de ensino e aprendizagem. Frequentemente, rótulos, cobranças e discriminações são muito fortes, e tudo isso contribui para baixar a auto-estima do aluno, levando-o a desacreditar na sua potencialidade. Na maior parte dos casos, é destacado o que o aluno não pode fazer ou o que ele não consegue, e se esquece de buscar as suas habilidades e aptidões, que as pessoas que vêem, às vezes, não desenvolvem ou não utilizam de forma competente. Cabe ao educador pensar nessas questões, *passar a bola* e recebê-la, para que o aluno também possa jogar o seu jogo, sentir-se independente e seguro de seu potencial. O ato de estudar não pode ser sinônimo de sacrifício ou obrigação para os estudantes, ou de um degrau para se chegar a uma melhor posição profissional e social. Pode ser, isso sim, um ato estimulante, interessante e dinâmico. Também pode ser sinônimo de lazer. É possível que o tempo de estudo do educando seja gostoso e sadio.

## 1.6 – O Cego e suas Percepções

Mesmo constando aqui algumas idéias sobre percepções e sensações que delimitaram este trabalho, não serão abordadas especificamente as teorias de percepção, pois o objetivo primeiro desta seção é evidenciar as percepções e sensações no sentido mais concreto do termo, abordando-se assim de forma geral o assunto.

Existem diferentes concepções sobre a sensação e a percepção. Em alguns casos, os termos “sensação” e “percepção” são tratados como sinônimos, em outros são ressaltadas suas peculiaridades e diferenças. Hume, por exemplo, divide as percepções em duas classes: as percepções vivas, denominadas *impressões* (sensações, emoções e paixões), que aparecem "... quando ouvimos, vemos, sentimos, amamos, odiamos, desejamos ou queremos",<sup>1</sup> e as percepções menos vivas, denominadas *pensamentos* ou *idéias* (imagens das impressões), que são aquelas "... das quais temos consciência, quando refletimos sobre quaisquer das sensações...",<sup>2</sup> ou seja, quando se raciocina ou se pensa sobre uma determinada sensação. Esse *pensamento* é tido como ilimitado, indo além das fronteiras da natureza e da realidade. Porém, Hume discute que este pensamento tem suas limitações. Segundo ele, o pensamento se origina a partir das sensações e das possíveis relações e combinações que podem ser efetuadas. O pensamento cria sobre:

---

<sup>1</sup> David HUME, *Investigação acerca do entendimento humano*, p. 36.

<sup>2</sup> *Ibid*, p. 36.

*... a faculdade de combinar, de transpor, aumentar ou diminuir os materiais que nos foram fornecidos pelos sentidos e pela experiência. Quando pensamos em uma montanha de ouro, apenas unimos duas idéias compatíveis, ouro e montanha, que outrora conhecêramos. (...) Em resumo, todos os materiais do pensamento derivam de nossas sensações externas ou internas; mas a mistura e a composição deles dependem do espírito e da vontade. Ou melhor, para expressar-me em linguagem filosófica: todas as nossas idéias ou percepções mais fracas são cópias de nossas impressões ou percepções mais vivas.*<sup>3</sup>

Hume admite que o que se sente é diferente de uma possível recordação desta sensação, ou mesmo uma prévia imaginação sobre o fato. A memória e a imaginação podem imitar ou copiar as sensações experimentadas, no entanto, não conseguem reproduzir "integralmente a força e a vivacidade da sensação original".<sup>4</sup> Esses elementos são tão atuantes, que é possível acreditar que eles são a sensação primeira. Entretanto, em geral, pode-se distinguir a sensação real de uma imaginada ou lembrada. Por exemplo, por mais que se pinte um quadro tentando reproduzir uma paisagem real, ele não conseguirá substituir a paisagem em si. "O pensamento mais vivo é sempre inferior à sensação mais embaçada".<sup>5</sup> O pensamento é um reflexo do objeto visto, mas com cores não originais. O pensamento sofre influência das experiências vividas, da cultura e da tradição do indivíduo e das comunicações e relações com o seu grupo social. A formação do pensamento passa pelos sentidos.

As idéias a seguir apóiam-se numa concepção semelhante à de Hume, embora se configurem como mais específicas; pode-se dizer que as sensações são estímulos, captados pelos órgãos dos sentidos, levados ao cérebro e devolvidos às

---

<sup>3</sup> David HUME, *Investigação acerca do entendimento humano*, p. 36 e 37.

<sup>4</sup> *Ibid*, p. 35.

<sup>5</sup> *Ibid*, p. 35.

extremidades sensoriais. É sentir as características dos objetos, cores, odores, sabores, texturas. Quando essas sensações são associadas e interpretadas, tem-se a percepção. A percepção é uma experiência dotada de significação, ou seja, possui um sentido para um determinado indivíduo, para sua história de vida e de suas vivências. É uma interpretação da relação do sujeito com o mundo exterior, ou seja, a partir da interação com o mundo percebido se atribuem novos sentidos e valores ao mesmo. Estabelece-se uma comunicação com o próprio corpo, com o outro e com os objetos. As sensações e percepções estão intimamente interligadas, não sendo, portanto, facilmente distinguidas no cotidiano.

Robilotta comenta sobre a divisão convencional dos cinco sentidos do ser humano: visão, tato, audição, olfato e paladar. Destaca, porém, o fato de que os sentidos não são independentes; por exemplo, o olfato pode desencadear sensações no paladar. Ele ressalta também que os sentidos podem ser limitados para responder por toda "a comunicação do ser humano com o cosmo."<sup>6</sup> Afirma que existem dois aspectos diferentes na sensação: o estímulo e o processamento, e destaca este último. Dessa forma, um estímulo é interpretado e esta interpretação depende das condições culturais do indivíduo. Por exemplo, no caso do paladar, alguns grupos poderiam ter um estranhamento ao serem apresentados a um *delicioso* prato, típico na China, de gafanhotos fritos.

A visão, um sentido ao qual, em geral, se atribui responsabilidade na obtenção da maioria dos estímulos, é discutida por Robilotta tomando-se como exemplo o conceito de espaço. Percebe-se o espaço como tridimensional, com largura, altura e profundidade, pois ele é supostamente visto desta forma. Porém, Robilotta afirma que tal concepção apresenta alguns problemas e distingue dois tipos de espaço. O

---

<sup>6</sup> Manuel ROBILOTTA, *Normal e natural*, p. 1.

espaço conceitual, utilizado na Física, e o sensorial, percebido através da visão, tato e movimento do corpo. O autor discute, ainda, se é possível perceber o espaço conceitual diretamente pelos sentidos.<sup>7</sup>

Isto pode ser melhor compreendido com o exemplo dado por Robilotta do *Homem-planta*<sup>8</sup>, o qual seria um observador fixo à terra desde o seu nascimento. O homem-planta só conheceria o mundo de forma bidimensional, pois a sua percepção seria limitada à observação de objetos que passariam a sua frente, sem perceber que qualquer tipo de torção dos objetos estariam ligados à tridimensionalidade. Nesse caso, esse observador não perceberia a profundidade. Assim, Robilotta ressalta que a percepção visual é bidimensional, e que para se obter uma percepção de espaço tridimensional, o movimento do indivíduo se torna importante. Ele associa vários elementos para a formação do conhecimento de tridimensionalidade: os movimentos do observador, a memória e a percepção do tempo; e conclui que “as nossas sensações puras não determinam o espaço conceitual”<sup>9</sup>. Ou seja, os sentidos sozinhos não permitem a compreensão do espaço conceitual, essa compreensão se dá por meio da associação dos sentidos com outros elementos. Para exemplificar tal concepção, Robilotta usa o exemplo da casa:

*... suponhamos que uma pessoa tenha tido a possibilidade de observá-la por algum tempo, movendo-se ao seu redor, afastando-se e se aproximando dela. Nesse processo ele terá tido oportunidade de acumular na memória diversas impressões da casa, cada uma delas bidimensional e associada a certas sensações musculares. A existência da memória permite, portanto, a tal observador experiente, olhar a casa de frente, ao mesmo tempo que SABE que os lados não visíveis da casa podem ser vistos por meio de determinadas ações*

---

<sup>7</sup> Manuel ROBILOTTA, *Normal e natural*, p. 3.

<sup>8</sup> descrito por D'Abro, apud ROBILOTTA, *Normal e natural*, p. 3.

<sup>9</sup> Manuel ROBILOTTA, *Normal e natural*, p. 5.

*motoras. É esta misteriosa combinação entre sensações visuais presentes e passadas que nos dá a noção de profundidade. O volume da casa é o resultado da mistura da nossa visão de frente da casa e a lembrança das nossa visões laterais.*

*A noção de terceira dimensão como profundidade é, deste modo, uma síntese de visões particulares.<sup>10</sup>*

Nesse sentido, o aspecto de processamento, ao qual a sensação é submetida, surge após a decodificação dos estímulos recebidos. Esta interpretação, feita pelo cérebro, produz a percepção. A percepção é diferente para cada indivíduo, dependendo de suas experiências e de suas relações com o mundo percebido. Um exemplo disso é a imagem feita por Escher (figura 21), na qual a imagem pode ter duas interpretações.



Figura 21 – Dia e noite. Imagem feita por Escher. Retirada da *homepage* <<http://students.fct.unl.pt/users/dmp/escher/dia&noite.htm>>.

A percepção se dá de forma mais ampla, por meio de interações que se estabelecem com o mundo externo, compondo uma totalidade e não simplesmente uma soma de fatos ou de sensações isolados. A experiência visual, tátil e auditiva é feita globalmente em cada indivíduo.

Para os alunos cegos, os sentidos remanescentes: tato, audição, olfato e paladar, passam a ser, predominantemente, os responsáveis pela recepção dos

---

<sup>10</sup> Manuel ROBILOTTA, *Normal e natural*, p. 5.

estímulos externos para compor a percepção do mundo. Deriva dessa condição um novo modo de perceber o mundo, ou seja, um conjunto de interações diferentes com o mundo externo, dadas pelos sentidos remanescentes, pois dispor de todos os órgãos dos sentidos é diferente de contar com a ausência de um deles. O cego possui o seu modo próprio de perceber e de se relacionar com o mundo. A pessoa cega também não estabelece relações a partir de um conjunto de sensações isoladas, nas quais a visão está ausente e, sim, suas interações se estruturam de forma global, numa totalidade.

O tato é um dos sentidos mais usados pela pessoa cega e é importante para a sobrevivência de todos os indivíduos, pois um indivíduo sem a sensação tátil perde a noção de dor. A pele e os tecidos subjacentes são sensores de dor e é difícil medir ou separar até que ponto temos a sensibilidade de dor e as sensações de estímulos da pele. O sentido do tato provém da informação necessária sobre objetos que são manipulados e também é envolvido no recolhimento da informação espacial sobre o mundo.

Existem muitas formas de perceber o mundo por meio do tato. Os pés, por exemplo, são importantes no conhecimento do espaço por meio do andar. A exploração espacial pelo cego é completada comumente por uma bengala como instrumento. Ele tem habilidade para sentir os obstáculos por meio desta. Vários outros instrumentos podem ser usados para sentir o mundo, é possível, por exemplo perceber a estrada através da vibração dos pneus de um carro.

Ainda assim, o toque tem a capacidade da estrutura grosseira dos objetos sem a percepção de alguns detalhes.<sup>11</sup> Percebem-se as partes para formar o todo, porém, existe um limite na percepção dessas partes. A escala, por exemplo, é uma variável

---

<sup>11</sup> como revelado por Revez, apud HELLER, *Touch, representation and blindness*, p. 5.



relevante para o tato. Alguns estímulos podem ser *enquadrados* com as pontas dos dedos, como o Braille, porém figuras ampliadas ou reduzidas, que ultrapassam um certo tamanho, são mais difíceis de serem percebidas com o tato do que com a visão. O Braille possui um tamanho específico para o tato.<sup>12</sup> A visão percebe melhor os contornos, apreendendo as informações como um todo, para depois perceber as suas partes.

A visão e o tato possuem características distintas na tarefa de perceber o mundo. Alguns pesquisadores discutem a equivalência dos sentidos e sua relevância, como Gibson.<sup>13</sup> O autor pesquisa se a mesma informação pode ser adquirida através da visão e do tato ou outros sentidos. Certamente, é possível ver um retângulo, mas pode-se cheirá-lo? Outras sensações acredita-se que podem não ser equivalentes à visão, por exemplo, pode-se sentir calor ou frio, mas nem sempre se pode ver calor ou frio. Os sentidos possuem suas peculiaridades. A visão e o tato são complementares entre si e aos outros sentidos. Essa complementaridade é exposta em algumas pinturas de Virgínia Vendramini<sup>14</sup> (figura 22), nas quais a artista tem como objetivo mostrar que a percepção tátil, apesar de diferente, complementa a percepção visual.

A complementaridade dos sentidos e sua importância são, freqüentemente, esquecidas pelo professor. Valoriza-se muito o sentido visual e exploram-se pouco os sentidos tátil, auditivo, cinestésico, gustativo e olfativo. As relações estabelecidas pelo indivíduo com o mundo externo não são consideradas, na maioria das vezes, na sua totalidade, percebe-se apenas uma parte dessas relações. O contato sensorial é pouco utilizado no sistema educacional e a maioria dos conteúdos são

---

<sup>12</sup> Miller, apud HELLER, *Touch, representation and blindness*, p. 16.

<sup>13</sup> Apud HELLER, *Touch, representation and blindness*, p. 6.

<sup>14</sup> Virgínia Vendramini é uma reconhecida artista plástica, que ficou cega aos 16 anos de idade. Ela trabalha com tapeçaria e pinturas em alto-relevo. A pintura que consta nesta dissertação foi gentilmente cedida pela artista.

apresentados de forma visual, o que exige um repensar desta estrutura para que o cego possa se integrar na escola. Deve-se, portanto, explorar os outros sentidos na discussão dos conteúdos, o que de certa forma poderá contribuir também para os alunos não cegos.

## 2 – Presença da Física na Educação Básica

### 2.1 – Contato com a Física - com Tato

O Ensino Médio deve proporcionar ao aluno, além de outras capacitações, uma formação científico-tecnológica de boa qualidade. Nessa etapa, as dificuldades do processo de ensino e aprendizagem não se limitam a questões dos conteúdos a serem tratados, estão também relacionadas a especificidades dos alunos, como eventuais inadequações entre os métodos adotados e as condições prévias dos educandos (domínio das linguagens, formação matemática anterior, familiaridade com a experimentação ou presença de comprometimentos).

A Física depende fortemente dos sentidos para a percepção dos fenômenos naturais, para a construção de conceitos, para a elaboração e o teste de teorias e de modelos. A visão é um sentido particularmente importante no registro de eventos, tendo exercido historicamente um papel fundamental no desenvolvimento da intuição física; ela também possibilitou, com seu caráter integrador, o surgimento das representações gráficas. O uso desse sentido tem, no ensino usual, uma hegemonia quase absoluta, seja no laboratório, nas demonstrações didáticas ou na apresentação de situações do cotidiano. O processo de ensino e aprendizagem, no caso de alunos com deficiência visual, apresenta, por essa razão, muitas dificuldades que, no entanto, devem ser superadas com esforço e imaginação.

As especificidades do aprendizado nesse caso são muito marcantes, tanto na realização de práticas experimentais quanto na dificuldade comunicativa, como na utilização de gráficos ou no uso de símbolos científicos. Deve-se, portanto, buscar e utilizar estratégias e métodos didáticos específicos, que poderão, com alguma

chance, ser também de utilidade para alunos que não possuem esse tipo de deficiência.

Como dito anteriormente, numa concepção de ensino para alunos com deficiência visual – uma concepção inclusiva – não se deve enquadrá-los apenas em escolas especializadas. Pelo contrário, é importante que se busque direcioná-los para as escolas regulares. As escolas precisam, portanto, adequar suas condições para atender às necessidades desses alunos. Esta adequação inclui desde a infraestrutura da escola até o desenvolvimento de novos métodos e atividades de sala de aula, assim como atividades extra classe. Infelizmente, no Brasil, ao contrário de alguns outros países que têm uma maior tradição e empenho nesta direção, pouco tem sido feito na área de ensino de Física para alunos cegos, de forma sistemática, o que pode comprometer a formação desses alunos. Em particular, é necessário fornecer ao professor de Física subsídios para que ele possa enfrentar esse tipo de situação.

Durante o trabalho no Colégio Pedro II, observaram-se algumas dificuldades principais com relação ao ensino de Física e julga-se importante ressaltá-las neste texto.

A Física faz uso de gráficos, desenhos para representar modelos e figuras geométricas. Recursos altamente visuais que ajudam a complementar e a concretizar um determinado fenômeno. Por usar a percepção visual, torna-se necessário repensar esses recursos, para que o aluno cego tenha acesso ao seu aprendizado.

Com relação à simbologia Braille aplicada à Matemática e às Ciências em geral<sup>1</sup>, há alguns embates entre os símbolos, índices e ícones expressos pelo

---

<sup>1</sup> Adaptada pela Comissão Brasileira do Braille, a qual foi intitulada pela portaria ministerial/MEC n° 319 de 26/02/99.

professor na explicação de algum conceito e a simbologia conhecida pelo aluno. É comum o professor, ao longo de suas explicações, “reduzir” algumas expressões; no símbolo  $S_0$  ( $S$  índice zero), geralmente, fala-se  $S$  zero, eliminando-se a palavra índice. Essa redução, na maioria das vezes, é irrelevante quando o aluno vê o símbolo escrito pelo professor no quadro-negro e associa com a expressão falada. No entanto, no caso do aluno cego a verbalização e o formalismo matemático precisam ser mais cuidadosos, pois o aluno pode ter interpretações errôneas, o educando pode não identificar os símbolos utilizados pelo professor, e sentir dificuldades no aprendizado. Nesse sentido, é importante o professor ter algumas noções de como a simbologia Braille é estruturada, para que no diálogo com o aluno seja utilizada uma linguagem comum entre ambos (professor e aluno).

Outra dificuldade encontrada é a falta de livros didáticos transcritos para o Braille na área da Física, deixando o aluno com poucas opções de estudo.<sup>2</sup> Vale lembrar que esses poucos livros ainda possuem alguns problemas nas adaptações. Primeiro, por que existem poucas pessoas especializadas na área de Física para fazer a transcrição, o que compromete o conteúdo e a forma como ele é apresentado, dificultando a apreensão pelo aluno. E segundo, por que o excesso de gráficos, figuras e símbolos dificultam a técnica utilizada para fazer a transcrição.

Em seus depoimentos, os alunos afirmam enfrentar um grande problema com a Matemática. Isso se deve ao fato de, nas aulas de Física, o formalismo matemático, ser, muitas vezes, apresentado antes do fenômeno físico, tornando-se sem sentido para o aluno e provocando um desinteresse pelas aulas. A linguagem Matemática introduzida paralelamente à discussão de um conceito pode torná-lo um pouco mais compreensível para o aluno que possui dificuldades no aprendizado de Matemática.

---

<sup>2</sup> Um dos poucos livros encontrados em Braille é o *Os Fundamentos da Física*, dos autores Ramalho, Nicolau e Toledo. Editora Moderna.

O fato de o aluno cego escrever da direita para a esquerda, ao contrário do sistema convencional, para posteriormente fazer a leitura, também dificulta a sua compreensão. Ao resolver uma equação do segundo grau, por exemplo, o aluno acaba se perdendo ao ter que virar e desvirar o seu material de escrita (*reglete*), enquanto os alunos não cegos, automaticamente, conseguem resolver e observar a conta realizada anteriormente. Esses são outros aspectos que precisam ser analisados cuidadosamente, para permitir um melhor ensino para o aluno cego.

Tenta-se, a seguir, esclarecer os conteúdos escolhidos para as atividades e explorar algumas das concepções em termos de ensino utilizadas nas atividades realizadas.

No projeto original explicitou-se que

*(...) mais importante talvez será buscar no cotidiano do aluno com deficiência visual motivações de conteúdos programáticos. Para o desenvolvimento do necessário diálogo pedagógico, será preciso identificar quais as mais importantes vivências e percepções do deficiente visual, dentro de cada disciplina e área da física, pois é dessa sua experiência que se deve partir para a construção de um aprendizado ativo.*

*Ondas, luz, energia e calor, por exemplo, terão para nosso processo, uma ênfase e uma seqüência particulares, respeitando as especificidades de nosso educando. Mecânica, eletricidade e magnetismo, da mesma forma, devem estar pautados, na abertura do aprendizado, pelo que o educando já tenha experimentado e mesmo pessoalmente teorizado, ou seja desenvolvido seus próprios conceitos a partir de sua experimentação. As leis de conservação, coroando a elaboração teórica, deverão ser tratadas quando uma linguagem comum para isso já tiver sido efetivamente construída.*

*O projeto prevê elaborar estratégias e propostas para adequação da escola e da prática do professor para alguns tópicos exemplares de cada área da Física,*

*mas também elaborar recomendações gerais que possam ser úteis em outras disciplinas, não necessariamente científicas.*<sup>3</sup>

A *seqüência particular*, citada acima, para o educando cego, teve algumas modificações, mas priorizaram-se as percepções tácteis mecânicas, tácteis térmicas e tácteis associadas à radiação térmica, além da auditiva. Claro que diferentes tópicos exigiram diferentes ênfases em cada uma dessas preocupações.

Como já mencionado desde o projeto original, desejou-se, sim, garantir a inclusão do cego no universo temático das ciências físicas, sem restrições, mas a presente dissertação se concentrou em tópicos a serem tratados de forma exemplar, mostrando que a ambição da proposta educacional é exequível.

Em um primeiro momento, concentraram-se esforços nas áreas de Termodinâmica e Astronomia e, em seguida, nas atividades com a Mecânica, Ondas e o Eletromagnetismo. Buscou-se também criar meios de representação física mais adequados, e novos materiais didáticos foram imaginados e construídos, enquanto outros, já utilizados nos cursos usuais, foram adaptados. Serão detalhadas a empreitada e suas iniciativas no capítulo seguinte, assim como algumas possibilidades de trabalho para o professor a partir da experiência obtida na parte IV dessa dissertação.

O mergulho nas experiências vivenciais do aluno pode conduzir a um aprendizado mais duradouro e promover um diálogo efetivo, pois nesse caso o ponto de partida são as coisas que o aluno conhece, por meio das quais se criam condições e estímulos para se aprender o novo. Ao suscitar a curiosidade, o interesse e a atenção do aluno cego, partindo de seus próprios questionamentos, busca-se incentivá-lo a desenvolver as suas *capacidades fundamentais de pensar*,

---

<sup>3</sup> Trecho retirado do projeto original enviado à CAPES para pedido de bolsa.

*sentir e agir*; a buscar uma maior independência e a alcançar os seus projetos de vida.

Na ausência do sentido visual, é preciso explorar nas práticas educativas os outros sentidos, promovendo atividades de percepção (sejam elas táteis, auditivas, gustativas ou olfativas) e, por meio delas, estudar alguns fenômenos físicos associados, de forma a permitir que a necessária construção de abstrações, essencial ao aprendizado científico, seja lastrada na efetiva vivência pessoal. Por outro lado, deve-se efetivamente dar condições ao cego de desenvolver uma concepção física do mundo, o que implica a extrapolação do plano dos fenômenos vividos e a construção e apreensão dos modelos, assim como a formação de princípios gerais.

A maioria dos pesquisadores que trata desse assunto compara a pessoa com deficiência visual à pessoa que vê, ou seja, centra o referencial nesta, ressaltando apenas o que falta ao aluno cego. Muitos até associam deficiência visual com a deficiência mental. Foi tentando reverter esse jogo que se buscou trabalhar com o referencial do aluno cego, descobrindo quais são as suas expectativas, os seus avanços e as suas habilidades.

Geralmente, os métodos tradicionais de ensino atribuem um lugar de destaque ao professor, como sendo detentor do conhecimento, enquanto o aluno é tratado como um receptor passivo. Essa concepção de ensino se baseia apenas na reprodução do conhecimento ou na memorização do conteúdo, deixando a desejar quanto às expectativas de um verdadeiro aprendizado. Nela, o aluno simplesmente reproduz o que lhe foi dito em sala de aula, sem conseguir contextualizar esse aprendizado.



Segundo Fernando Becker, a concepção de aprendizagem para Piaget vai na direção de que “o conhecimento (...) é construído, na sua forma e no seu cotidiano, por um processo de interação radical entre o sujeito e o meio, processo ativado pela ação do sujeito, mas de forma nenhuma independente de estimulação do meio”.<sup>4</sup> Busca-se então um ensino no qual o aluno se torne o *centro das atenções*, ou seja, no qual ele possa participar ativamente da relação pedagógica; um ensino em que ele passe da posição de espectador para a posição de ator, numa peça cujo cenário é a escola. Além da distribuição de papéis, deve-se permitir a construção de autorias pelo aluno na interação com o outro.

Ao falar de um aluno com deficiência visual, o método ativo de ensino deve centra-se no referencial desse aluno, buscando o seu cotidiano e a sua percepção do mundo que o rodeia e respeitando as suas especificidades. Pois “dispor de todos os órgãos dos sentidos é diferente de contar com a ausência de um deles: muda o modo próprio de estar no mundo e de relacionar-se”.<sup>5</sup> Essa percepção não se dá de forma fragmentada, limitando-se a uma experiência somente tátil ou somente auditiva; ela se dá de forma total. É preciso tratar a pessoa com deficiência visual na sua totalidade, pois a forma como ele percebe o mundo das coisas é diferente.

No processo de ensino e aprendizagem de Física para o aluno cego, algumas novas práticas devem ser relativamente imediatas, como explorar os outros sentidos, criando meios de representação física mais adequados a eles e adaptando experimentos e materiais didáticos utilizados nos cursos usuais. Seja elaborando experimentos, seja aperfeiçoando os que já existem, deve-se enfatizar atividades em que o aluno possa participar ativamente, nas quais ele mesmo faça a experiência, adquirindo maior independência e autonomia. Nesse caso, a atuação do professor é

---

<sup>4</sup> Fernando BECKER, *A epistemologia do professor: o cotidiano da escola*, p. 25.

<sup>5</sup> Elcie MASINI, *O perceber e o relacionar-se do deficiente visual: orientando professores especializados*, p. 86.

um elemento importante. O fazer do aluno se estabelece paralelamente à orientação do professor.

Para conhecer a percepção do cotidiano desse aluno, pode-se desenvolver algumas atividades de percepção que permitam conhecer o que verdadeiramente o aluno entende de um fenômeno físico e da utilidade deste fenômeno na sua vida.

Essa abordagem possibilita promover com o aluno um diálogo do qual ele pode participar ativamente, desenvolvendo um pensamento crítico; um diálogo em que ele possa ter a liberdade para argumentar e abstrair, criando modelos. Deseja-se estabelecer um diálogo que reafirme o sujeito (o aluno) como agente e crie um espaço que permita/incentive as ações criativas.

Com isso resgata-se que:

*A manipulação, a exploração de objetos e coisas pelo deficiente visual deve suscitar sua curiosidade, seu interesse e atenção, guiando-o, através de suas próprias perguntas, a percepções mais precisas, capazes de levá-lo a desenvolver as capacidades fundamentais de sentir, pensar e agir.<sup>6</sup>*

Ao longo do Ensino Médio é preciso fornecer ao aluno uma ampla concepção de mundo, dar-lhe conteúdos que contribuam para a sua vida e seu trabalho, permitir que ele seja mais independente, fazer com que possa explorar todas as suas habilidades para questionar, investigar, compreender, modelar, desenvolver o raciocínio, abstrair e transcender estes conteúdos e se expressar. Tudo isso a partir das suas experiências cotidianas, da sua curiosidade e do gosto de aprender, que poderão proporcionar-lhe uma melhor compreensão e permitir-lhe uma participação ativa no mundo em que vive.

---

<sup>6</sup> SE/CENP, *O deficiente visual na classe comum*, p. 68.

Dentro dessa abordagem é muito importante ressaltar que, mesmo havendo muitas barreiras entre o aluno cego e o professor, este último deve confiar na sua criatividade e experiência para buscar, diante das alternativas possíveis, a mais adequada para sua situação em sala de aula. Isto levaria a uma nova *essência* para o ensino de Física, na qual o aluno desempenharia um papel ativo e o professor, a partir das experiências do aluno, elaboraria suas estratégias.

## 2.2 – O Entrelaçar do Conhecimento: de mãos dadas com a Arte

O termo interdisciplinaridade foi citado algumas vezes neste texto, especialmente quando falou-se da inter-relação entre as áreas para promover um aprendizado significativo e do que há de comum entre a Ciência e a Arte. Aqui se dedicará um pouco mais de espaço a essas questões, de forma geral, para tentar esclarecer ao leitor os significados desses importantes elementos para o presente trabalho.

Alguns procedimentos marcantes na prática escolar contribuem para a pouca articulação do ensino de Física com outras áreas. A crescente fragmentação dos objetos do conhecimento, sem uma ampla concepção do saber e um encadeamento linear do conhecimento, os pré-requisitos e a ordem para os estudos estabelecem diferentes obstáculos entre as disciplinas. Muitas são as discussões atualmente sobre a interdisciplinaridade, que buscam virar este jogo e superar estes obstáculos.

Buscar fornecer ao educando uma concepção mais ampla do conhecimento significa pensar em melhor atender as muitas diferenças quanto aos interesses dos alunos. É permitir uma rica troca entre professor/aluno e aluno/aluno, em que o projeto de vida do educando assuma uma nova posição, e a intercomunicação entre as áreas passe a ser o foco principal. Como esses projetos são diversificados, torna-se mais adequado fornecer aos estudantes uma concepção mais ampla do mundo no qual eles atuam. Pensar nessa concepção significa pensar no conjunto e nas possíveis relações entre as diversas áreas.

Nesse sentido, a ação interdisciplinar deve estabelecer a interação das disciplinas, buscando uma complementaridade entre a comunicação e a ação, possibilitando uma melhor compreensão do saber. O interdisciplinar corresponde à

articulação das disciplinas, internamente e entre si, e não entre duas delas em particular. É claro que estabelecer uma interdisciplinaridade não é uma coisa simples. Segundo Roland Barthes:

*... o interdisciplinar de que tanto se fala não está em confrontar disciplinas já constituídas das quais, na realidade, nenhuma consente em abandonar-se. Para se fazer interdisciplinaridade, não basta tomar um “assunto” (um tema) e convocar em torno duas ou três ciências. A interdisciplinaridade consiste em criar um objeto novo que não pertença a ninguém. O Texto é, creio eu, um desses objetos.<sup>1</sup>*

Nilson Machado ressalta que essa articulação ou esse entrelaçar de relações nos sugere a idéia de rede ou teia do conhecimento. “Conhecer seria como enredar, tecer significações.”<sup>2</sup> O entendimento de um determinado significado surge das relações que podem ser estabelecidas entre esse e outros significados. Ele afirma que:

*... a esse respeito, cresce a cada dia a importância da idéia de que conhecer é, cada vez mais, partilhar significados. Os significados, por sua vez, são construídos por meio de relações estabelecidas entre os objetos, as noções, os conceitos. Um significado é como um feixe de relações. O significado de algo é construído falando-se sobre o tema, estabelecendo conexões pertinentes, às vezes insuspeitadas, entre diversos temas. Os feixes de relações, por sua vez, articulam-se em uma grande teia de significações. O conhecimento é uma teia desse tipo. É uma imagem mais fecunda do que o mero encadeamento é a de conhecer como tecer, enredar significações.<sup>3</sup>*

---

<sup>1</sup> Roland Barthes, apud Nilson MACHADO, *Educação: projetos e valores*, p. 117.

<sup>2</sup> Nilson MACHADO, *Educação: projetos e valores*, p. 100.

<sup>3</sup> *Ibid*, p. 101.

Nilson Machado também destaca três características importantes da rede que merecem ser ressaltadas aqui. A primeira delas é o *acentrismo*, ou seja, a rede de significações não possui um centro. Na realidade, são vários *centros de interesse* que podem ser escolhidos dependendo das circunstâncias. Nesse caso, é possível percorrer diferentes caminhos e partir de lugares distintos para se chegar ao conhecimento, e cabe ao professor e ao aluno, juntos, buscar esses caminhos. Pode-se, por exemplo, partir de elementos de ondas sonoras ou de ondas na água para se discutir alguns conceitos na parte de Ótica. “É o professor, juntamente com seus alunos, com suas circunstâncias, que elege ou reconhece o centro de interesse e o transforma em instrumento para enredar na teia maior de significações relevantes.”<sup>4</sup>

Outra característica da rede é o constante estado de atualização ou *metamorfose*. A todo momento, pode-se incluir ou excluir relações dependendo da sua utilidade num dado contexto. E são estas transformações que passam a ter sentido. Dessa forma, não se consegue obter definições fechadas e “um significado nunca está definitivamente construído.”<sup>5</sup>

A terceira característica é a *heterogeneidade*. Os nós/significações que constituem a rede são heterogêneos, pois envolvem vários conteúdos das diferentes disciplinas e interligam as distintas áreas.

Sendo assim, na teia do conhecimento é importante definir os centros de interesse com os quais se irá trabalhar para cada situação. Nilson Machado afirma que “o fundamental ao planejar é eleger os centros de interesse, o que depende

---

<sup>4</sup> Nilson MACHADO, *Educação: projetos e valores*, p. 132.

<sup>5</sup> *Ibid*, p. 132.

essencialmente do contexto, das relações que são percebidas e vivenciadas pelos alunos e pelo professor.”<sup>6</sup>

A articulação dos significados depende não só das circunstâncias, mas dos interesses e necessidades, tanto do professor quanto do aluno. Ao centrar-se no projeto de vida, reportar ao cotidiano e ao referencial dos educandos, que possuem interesses diversificados no término da sua educação básica, a escola deve estar apta a corresponder a essa diversidade. Nilson Machado ressalta:

*Na escola básica, portanto, nenhum conhecimento deveria justificar-se com um fim em si mesmo: as pessoas é que contam, com seus anseios, com a diversidade de seus projetos. E assim como um dado nunca se transforma em informação se não houver uma pessoa que se interesse por ele, que o interprete e lhe atribua um significado, todo o conhecimento do mundo não vale um tostão furado, se não estiver a serviço da inteligência, ou seja, dos projetos das pessoas.*<sup>7</sup>

Um dos recortes que pode ser feito na interdisciplinaridade é aproveitar as possíveis relações entre a Ciência e a Arte. Alguns exemplos literários podem mostrar um pouco dessas relações.

Newton e Descartes foram mais do que bons físicos, suas atuações se davam em diferentes setores. Leonardo da Vinci, por exemplo, “arquiteto, pintor, mecânico, urbanista, engenheiro, fisiólogo, químico, escultor, botânico, geólogo, cartógrafo, físico, precursor da viação, da balística, da hidráulica; inventor do escafandro, pára-quedas, isqueiro”<sup>8</sup>, demonstrava a *versatilidade do homem renascentista*.

---

<sup>6</sup> Nilson MACHADO, *Educação: projetos e valores*, p. 104.

<sup>7</sup> *Ibid*, p. 137.

<sup>8</sup> Guimarães, *Relações sobre arte e ciência*, p. 131.

Como aponta João Zanetic, há cientistas com veias literárias e escritores com veia científica. Na primeira família, por exemplo, apresentam-se grandes nomes como Galileu Galilei, Johannes Kepler, Charles Darwin, Albert Einstein; na segunda, Luís de Camões, John Milton, Johann Goethe, Bertolt Brechet, entre outros.

Algumas peças de teatro – como *A vida de Galileu* de Bertolt Brechet, *Os Físicos*, de Friedrich Dürrenmatt, *Copenhagen*, de Michael Frayn, *Einstein*, de Gordon Weiseman, dentre outras – mostram os fortes laços entre a literatura e o pensamento científico. O que também pode ser verificado nos poemas épicos *Os Lusíadas* de Luís de Camões e *O Paraíso Perdido* de John Milton, ou em alguns trechos do *Poema para Galileu*, de Antonio Gedeão, um poeta português contemporâneo:

*... Estavam todos a ralhar contigo,  
que parecia impossível que um homem da tua idade  
e da tua condição,  
se estivesse tornando um perigo  
para a Humanidade  
e para a Civilização. (...)*

*(...) Mal sabiam os teu doutos juizes, grandes senhores deste pequeno mundo  
que assim mesmo, empertigados nos seus cadeirões de braços,  
andavam a correr e a rolar pelos espaços  
à razão de trinta quilômetros por segundo.*

*Tu é que sabias, Galileu Galilei.  
Por isso eram teus olhos misericordiosos,  
por isso era teu coração cheio de piedade,  
piedade pelos homens que não precisam de sofrer, homens ditosos  
a quem Deus dispensou de buscar verdade.*

*Por isso, estoicamente, mansamente,  
resististe a todas as torturas,  
a todas as angústias, a todos os contratempos,*



*enquanto eles, do alto inacessível das suas alturas,  
foram caindo,  
caindo,  
caindo,  
caindo,  
caindo sempre,  
e sempre,  
ininterruptamente,  
na razão direta dos quadrados dos catetos.*<sup>9</sup>

Galileu e Kepler se destacam entre os cientistas com veia literária. Galileu, por exemplo, escreveu suas duas últimas obras em forma de diálogos entre três personagens – Simplicio, Sagredo e Salviati – cuja temática é uma oposição à visão de mundo aristotélica e, paralelamente, uma “argumentação em favor da articulação de um novo candidato a paradigma, baseado no movimento da Terra, como proposto por Copérnico.”<sup>10</sup> Salviati representaria o próprio Galileu, Simplicio representaria o pensamento aristotélico, o alvo de Galileu, e Sagredo seria um estudioso neutro no diálogo.

Com este diálogo, Galileu pôde apresentar suas principais experiências reais e de pensamento, suas idéias e metodologia e demolir as concepções de Aristóteles . Mostrou ainda suas dúvidas, que foram temas de trabalhos de Newton e seus sucessores.

Um trecho interessante de *Diálogos* é quando Galileu trabalha com o *argumento da torre*. Este argumento, utilizado pelos aristotélicos contra a proposta copernicana, era baseado no “fato de que os graves caem seguindo uma linha vertical, perpendicular à superfície da Terra, é a comprovação empírica de que

---

<sup>9</sup> Citado por João ZANETIC, *Textos de evolução: alguns tópicos de “filosofia” da Ciência*, p.62.

<sup>10</sup> João ZANETIC, *Textos da 358 – Física e Literatura: tentando construir uma proposta interdisciplinar*, p.175.

nosso planeta não se move.”<sup>11</sup> E para Galileu a visão sensorial do experimento não deveria ser levada em consideração. Eis um trecho dos *Diálogos*, em que ele argumenta sobre essa questão:

*Gostaria que esse autor (Chiaramonti) não se desse ao incômodo de tentar levar-nos a compreender, apelando para os nossos sentidos, que o movimento de queda dos corpos é movimento retilíneo e não de outra espécie; e gostaria que ele não se zangasse, nem se queixasse por se colocar em questão essa coisa clara, óbvia e manifesta. Com efeito, assim procedendo, ele se dispõe a acreditar que o movimento não é retilíneo, mas circular, quando passa a considerar pessoas para as quais a pedra parece mover-se visivelmente, segundo um arco – e isso porque invoca os sentidos e não a razão para esclarecimento desse ponto. Não é assim que se deve proceder, Simplício; pois assim como (...) jamais vi ou esperei ver a pedra cair a não ser perpendicularmente, o mesmo creio que todos os outros hajam visto. Melhor é, portanto, deixar de lado a aparência, a propósito da qual concordamos todos, e recorrer ao poder da razão, seja para confirmar-lhe a realidade, seja para revelar-lhe a falácia. (...)*

*(...) percebe-se quão facilmente qualquer pessoa pode ver-se lograda pela simples aparência ou, digamos, pelas impressões dos próprios sentidos. O exemplo diz respeito aos que caminham à noite pela rua e que, ao verem a Lua deslizar ao fundo dos telhados têm a impressão de que ela os segue, caminhando com a mesma velocidade. Os caminhantes a vêem como veriam um gato verdadeiro, deslizando pelas telhas e colocando-se por detrás delas, e essa impressão, caso a razão deixasse de intervir, obviamente iludiria os sentidos.*<sup>12</sup>

Neste trecho pode-se dizer que Galileu está discutindo a idéia de que os sentidos, por si sós, podem enganar, e que a impressão sensorial precisa ser mediatizada pela razão. Nesse sentido, Galileu estaria rompendo com o aparente.

---

<sup>11</sup> João ZANETIC, *Textos de evolução: alguns tópicos de “filosofia” da Ciência*, p.53.

<sup>12</sup> Trecho dos *Diálogos*, de Galileu Galilei. Citado por Paul FEYERABEND, *Contra o método*, p. 105.

Baseado em Paul Feyerabend, Zanetic ressalta que:

*Um fenômeno fornecido pelos sentidos seria entendido como **aparência mais enunciado**. E o enunciado é carregado de teoria, não é neutro. Há, desse modo, uma forte unidade entre o enunciado e o fenômeno. É parte de um aprendizado que se inicia na infância e que comanda um processo de **operações mentais**. Os processos de ensino/aprendizagem delineiam e condicionam a **aparência ou fenômeno** estabelecendo forte conexão entre eles e as palavras que utilizamos. Daí acaba soando quase natural a descrição que fazemos dos mesmos. Como dizia Feyerabend, ‘os fenômenos parecem falar por si mesmos’.<sup>13</sup>*

Além dos exemplos literários outras relações poderiam ser citadas, como na pintura, com *A Noite Estrelada* de Vicent Van Gogh, ou na música, com *Quanta* ou *A Ciência em Si* de Gilberto Gil ou, ainda, o samba *Tempo e Espaço* de Paulo Vanzolini:

*Tempo e Espaço Confundo  
e a linha do mundo  
é uma reta fechada  
Périplo, ciclo, jornada  
de luz consumida  
e reencontrada  
Não sei de quem visse o começo  
e sequer reconheço  
o que é meio e o que é fim  
Pra viver no teu tempo é que faço  
viagens ao espaço  
de dentro de mim  
Das conjunções improváveis  
de órbitas instáveis*

---

<sup>13</sup> João ZANETIC, *Textos de evolução: alguns tópicos de “filosofia” da Ciência*, p.54.

*é que me mantenho  
E venho arrimafo nuns verso  
tropeçando universos  
pra achar-te no fim  
deste tempo cansado  
de dentro de mim.<sup>14</sup>*

Muitas são as relações que poderiam ser estabelecidas e utilizadas em sala de aula pelo professor na construção de atividades mais significativas e criativas, seja de Mecânica, Astronomia ou Física Moderna.

Ao se estabelecer a concepção do conhecimento como rede, sua própria estrutura já diz que essa teia não é uma obra fechada e definitiva. A rede possui uma estrutura rígida, mas que permite várias leituras e interpretações. Pode-se relacionar essas idéias a algumas concepções de Humberto Eco no seu livro *Obra Aberta*, em que ele estabelece paralelos entre a construção do conhecimento científico e o desenvolvimento da criação artística.

A obra aberta permite uma liberdade para se fazer inesgotáveis relações. Uma obra aberta é potencialmente criadora/geradora de idéias. A rede de conhecimento seria, portanto, uma obra aberta.

*... uma obra musical clássica, uma fuga de Bach, a Aída, ou Le Sacre du Printemps, consistiam num conjunto de realidades sonoras que o autor organizava de forma definida e acabada, oferecendo-o ao ouvinte, ou então traduzia em sinais convencionais capazes de guiar o executante de maneira que este pudesse reproduzir substancialmente a forma imaginada pelo compositor; as novas obras musicais, ao contrário, não consistem numa mensagem acabada e definida, numa forma univocamente organizada, mas sim numa possibilidade de várias organizações confiadas à iniciativa do intérprete, apresentando-se,*

---

<sup>14</sup> Alexandre PINTO e João ZANETIC, *A filosofia e o ensino de Física*, p. 113.

*portanto, não como obras concluídas, que pedem para ser revisadas e compreendidas numa direção estrutural dada, mas como obras 'abertas', que serão finalizadas pelo intérprete no momento em que as fruir esteticamente.*<sup>15</sup>

Outro elemento interessante abordado por Humberto Eco é a intencionalidade do autor. O autor estabelece uma interação na sua obra, permitindo ao outro perceber que cada elemento dela possui múltiplos significados. No entanto, o autor continua a controlar essas interpretações.

*Uma obra assim entendida é, sem dúvida, uma obra dotada de certa 'abertura'; o leitor do texto sabe que cada frase, cada figura se abre para uma multiformidade de significados que ele deverá descobrir; inclusive, conforme seu estado de ânimo, ele escolherá a chave de leitura que julgar exemplar, e usará a obra na significação desejada (...). Mas nesse caso 'abertura' não significa absolutamente 'indefinição' da comunicação, 'infinitas' possibilidades de forma, liberdade da fruição; há somente um feixe de resultados frutivos rigidamente prefixados e condicionados, de maneira que a reação interpretativa do leitor não escape jamais ao controle do autor.*<sup>16</sup>

O autor organiza elementos comunicativos para que o fruidor possa compreender a sua obra, na forma por ele imaginada.

*Nesse sentido, o autor produz uma forma acabada em si, desejando que a forma em questão seja compreendida e fruída tal como a produziu; todavia, no ato de reação à teia dos estímulos e de compreensão de suas relações, cada fruidor traz uma situação existencial concreta, uma sensibilidade particularmente condicionada, uma determinada cultura, gostos, tendências, preconceitos pessoais, de modo que a compreensão da forma originária se verifica segundo*

---

<sup>15</sup> Humberto ECO, *Obra aberta*, p. 39.

<sup>16</sup> *Ibid*, p. 43.

*uma determinada perspectiva individual. (...) Nesse sentido, portanto, uma obra de arte, forma acabada e fechada em sua perfeição de organismo perfeitamente calibrado, é também aberta, isto é, passível de mil interpretações diferentes, sem que isso redunde em alteração de sua irreproduzível singularidade. Cada fruição é, assim, uma interpretação e uma execução, pois em cada fruição a obra revive dentro de uma perspectiva original.*<sup>17</sup>

O autor, no entanto, pode ter a intenção de não controlar totalmente a sua obra, de estabelecer uma estrutura com liberdade de fruição, com infinitas possibilidades da forma e uma série de leituras possíveis. Isso pode se relacionar ao conhecimento científico contemporâneo, em que existe uma estrutura, uma intenção a priori, que possibilita uma liberdade de interpretação. Nesse sentido, Humberto Eco busca relacionar as categorias elaboradas pelo conhecimento científico no contexto da produção artística, a fim de, por um lado,

*... esclarecer até que ponto uma cultura é homogênea, e, por outro, procurar realizar em base interdisciplinar, ao nível dos comportamentos culturais, aquela unidade do saber que, ao nível metafísico, resultou ilusória, mas que ainda assim deve ser tentada de alguma maneira, para tornar homogêneos e traduzíveis nossos discursos a respeito do mundo.*<sup>18</sup>

Humberto Eco aproxima a produção do pensamento artístico com a equivalente produção do conhecimento científico. “Pelo que, não será ousado reencontrar na poética da obra ‘aberta’ (...), da obra que a cada fruição se apresenta sempre diferente de si mesma, as ressonâncias vagas ou definidas de algumas tendências

---

<sup>17</sup> Humberto ECO, *Obra aberta*, p. 40.

<sup>18</sup> *Ibid*, p. 31.

da ciência contemporânea.”<sup>19</sup> Nesse sentido, a Física contemporânea ganha um destaque particular nessa concepção de obra poética. Segundo Zanetic:

*A questão da causalidade, a indeterminação, a complementaridade e outros termos freqüentemente usados na física quântica surge com destaque na abordagem e construção de obras artísticas, tanto visuais quanto literárias, como anteriormente surgiram explicitamente referências às conquistas incorporadas na física clássica.*<sup>20</sup>

Transportando estas concepções para o ensino pode-se pensar num diferente significado para a aula. A aula pode ser pensada como uma obra aberta, que possui uma estrutura possível de inesgotáveis leituras e interpretações; uma obra que pode ser freqüentemente revivida e que terá atribuições distintas para cada aluno, cego ou não cego, podendo atender as suas especificidades e interesses. A aula pode, nesse sentido, ser entendida como uma provocação a uma nova criação.

---

<sup>19</sup> Humberto ECO, *Obra aberta*, p. 56.

<sup>20</sup> João ZANETIC, *Literatura e cultura científica*, p. 35.

### 2.3 – Os Modelos no Ensino de Física

Este item tentará abordar o significado e a importância dos modelos dentro do ensino de Ciências, em particular no ensino de Física. Serão apontadas algumas questões sobre como estes modelos, que estão, na maioria das vezes, interligados à percepção visual, podem ser trabalhados com o aluno cego. Muitos estudos buscam entender o processo de construção do conhecimento, e esse desafio também é necessário ao se refletir sobre o ensino para alunos com deficiência visual. Na ausência da visão, os outros sentidos assumem uma maior responsabilidade na compreensão e estruturação do conhecimento por parte do indivíduo. Nesse sentido, serão levantadas algumas questões sobre os modelos formados pelos alunos (cego e não cego) e sobre até que ponto as possíveis diferenças entre eles poderiam influenciar no processo, na forma e nos ritmos da construção do conhecimento científico.

Nas atividades cotidianas, modelos são freqüentemente elaborados, quando se tenta representar ou descrever de forma simplificada um certo fato ou fenômeno. Na Física, em particular, os modelos possuem uma grande importância tanto na pesquisa quanto no ensino. Tentar-se-á primeiramente estabelecer, dentro de uma abordagem mais geral, o papel dos modelos na estrutura científica, sob a concepção de Kneller. E, posteriormente, apresentar duas concepções mais específicas sobre modelos, a de Maurício Pietrocola e a de Greca e Moreira.

Na análise de determinados fenômenos presentes na Natureza, pode-se perceber entre eles algumas características em comum mostrando uma certa ordem, como explicita Kneller.<sup>1</sup> A descoberta e o registro de regularidades entre os fatos são

---

<sup>1</sup> KNELLER, *A ciência como atividade humana*, p. 124.



objetivos da Ciência em sua busca de *compreender* o Universo. Para encontrar regularidades é necessário classificá-las, ou seja, reunir “objetos ou eventos em grupos, de acordo com as suas propriedades comuns.”<sup>2</sup> Esse autor também afirma que a classificação tem por finalidade a organização de informações, a descrição da estrutura e as relações das coisas que possam “conduzir à formulação de leis-enunciados que descrevem regularidades ou normas”.<sup>3</sup> Uma lei científica descreve uma regularidade, um padrão nos eventos e coisas e, além de sintetizar uma grande quantidade de fatos, proporciona a previsão de novos fatos.

Existem dois tipos de leis, segundo Kneller: as *generalizações empíricas*, também chamadas *leis empíricas* ou *fenomenológicas*, que pressupõem “que o que foi observado em determinados casos de um fenômeno será observável em todos os casos”<sup>4</sup>, por exemplo, que *o calor dilata os metais*; e as *leis da Natureza*, ou *leis teóricas*, formuladas com as teorias de que elas fazem parte, como o princípio da seleção natural.<sup>5</sup>

Uma teoria, componente fundamental de qualquer ciência, propõe, no entanto, o mecanismo responsável pela regularidade/padrão descrito na lei, explicando-a e impondo-a como consequência lógica de seus pressupostos.<sup>6</sup> Kneller também apresenta as idéias de Harré sobre a estrutura das teorias, na qual o modelo assume um papel importante de *essência da teoria* e o cálculo<sup>7</sup> torna-se um *auxiliar heurístico opcional*. Harré afirma que a elaboração de modelos é fundamental na

---

<sup>2</sup> KNELLER, *A ciência como atividade humana*, p. 126.

<sup>3</sup> *Ibid*, p. 129.

<sup>4</sup> *Ibid*, p. 130.

<sup>5</sup> *Ibid*, p. 132.

<sup>6</sup> *Ibid*, p. 136.

<sup>7</sup> “sistema dedutivo de axiomas e teoremas, escritos inteiramente em símbolos lógicos, que não tem referência nenhuma no mundo exterior” (KNELLER, *A ciência como atividade humana*, p. 136).

Ciência e que a essência da teoria é “um modelo de um mecanismo atualmente desconhecido na Natureza”. Kneller esclarece que um modelo é criado por um cientista de forma análoga a um modelo já existente e, desta forma, possui uma fonte, que é o suporte do modelo, e um tema, algo que o modelo pretende explicar.<sup>8</sup>

Baseado na proposta de Peter Achinstein, Kneller afirma que os modelos podem ser *representacionais*, *teóricos* ou *imaginários*. O modelo representacional é definido por representar algo fisicamente, em três dimensões. O modelo do Sistema Solar, muito explorado nos Museus de Ciência, é um bom exemplo disso. Um modelo teórico é o que se presume sobre um objeto ou sistema. E para descrever este objeto, o modelo teórico estabelece uma estrutura ou um mecanismo interno que é responsável por determinadas propriedades desse objeto, como o modelo corpuscular da luz, no qual a luz é descrita como um conjunto de partículas em movimento. Mas Kneller ressalta que o modelo teórico não deve ser confundido com diagramas, desenhos ou construções físicas usadas para ilustrá-lo. Por último, mas não menos importante, há o modelo imaginário. Nesse modelo, descreve-se como um objeto ou sistema seria se determinadas condições fossem satisfeitas. Por exemplo, o modelo mecânico do campo eletromagnético de Maxwell é imaginário porque Maxwell constrói a partir de vórtices no éter, mas não afirma que este modelo é real. Com um conjunto de pressupostos, imagina-se uma certa situação estabelecendo-se, assim, um modelo, sem necessariamente atribuir-lhe realidade.

Para completar, Kneller aborda em seu texto o papel da matemática na construção e expressão de uma teoria e de um modelo. Com uma série de estruturas dedutivas, a matemática possibilita que o cientista deduza, por meio do

---

<sup>8</sup> KNELLER, *A ciência como atividade humana*, p. 138.

raciocínio, as implicações de leis empíricas ou princípios teóricos. Nesse sentido, ele afirma que:

*... uma estrutura matemática consiste em um conjunto de axiomas e um conjunto de teoremas que são logicamente deduzidos daqueles. Axiomas e teoremas apresentam as relações gerais existentes entre entidades puramente abstratas. O cientista interpreta essa estrutura substituindo os símbolos ou variáveis em certos axiomas ou teoremas por termos de sua própria lavra pertinentes ao objeto de estudo. Assim interpretadas, as proposições matemáticas abstratas convertem-se em formulações verbais acerca do mundo.<sup>9</sup>*

As concepções de Maurício Pietrocola sobre os modelos não são muito distantes das apresentadas por Kneller, mas este autor desenvolve um trabalho mais específico sobre o tema e merece, portanto, ser aqui apresentado.

Pietrocola discute em seu artigo a importância dos modelos à luz da concepção de Mário Bunge. Nesse caso, os modelos não são apresentados como uma essência da teoria, mas, sim, assumem uma posição intermediária entre a teoria científica e os dados empíricos, promovendo uma ponte entre ambos. Ele ressalta que, por um lado, a teoria científica sozinha não dá conta dos fazeres científicos por estar distante das coisas reais, podendo ser aplicada a qualquer parte da realidade, e por isso é chamada de *teoria geral*; por outro lado, os dados empíricos, mesmo estando mais próximos da realidade, por si sós, não geram conhecimentos. Os dados empíricos estabelecem apenas as semelhanças, as propriedades comuns de certos objetos reais, chamados de *objetos-modelos*, que se “constituem em imagens conceituais (e portanto abstratas) dos elementos pertencentes a um sistema real que se pretende interpretar através de uma teoria geral.”<sup>10</sup> Desta forma, os modelos,

---

<sup>9</sup> KNELLER, *A ciência como atividade humana*, p. 141.

<sup>10</sup> Maurício PIETROCOLA, *Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos*, p. 9.

chamados de *modelos teóricos* ou *teorias específicas*, estabelecem as relações entre os conceitos (teoria geral) e as medidas/dados empíricos (objetos-modelos).

Segundo Pietrocola, a teoria geral, o objeto-modelo e o modelo teórico são elementos principais no *processo de teorização* de Mário Bunge, e a relação entre esses elementos pode ser exemplificada:

*Quando suposições e dados especiais respeitantes a um corpo particular [objeto-modelo] são associados à mecânica clássica e à teoria clássica da gravitação [teorias gerais], produz-se uma teoria especial [modelo teórico] sobre esse corpo. Temos deste modo teorias lunares, teorias sobre Marte, teorias sobre Vênus, e assim por diante.<sup>11</sup>*

Primeiramente, são feitas simplificações/idealizações para se obter uma aproximação da realidade. Classificam-se as propriedades e as características comuns a cada elemento (objeto-modelo) aproximado e associando-as à teoria geral, as possíveis relações estabelecidas produzem a teoria específica ou o modelo teórico sobre o domínio real em estudo. Esse autor também afirma que:

*O objeto-modelo passa a representar os objetos-reais e o modelo teórico o comportamento deles. Nesse sentido, o modelo teórico é um sistema hipotético-dedutivo, uma máquina de gerar proposições a partir de proposições iniciais, ou seja, é possível realizar previsões a partir deles. As previsões são possíveis pois, em sendo uma rede de relações dedutivas, o modelo pode extrapolar as situações para as quais foi inicialmente construído e expor propriedades e comportamentos dos objetos-modelos nele inseridos.<sup>12</sup>*

---

<sup>11</sup> Mário Bunge, apud Maurício PIETROCOLA, *Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos*, p. 10.

<sup>12</sup> Maurício PIETROCOLA, *Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos*, p. 10.

Sendo assim, as teorias gerais, que são distantes da realidade, não podem ser testadas e os objetos-modelos são idealizações decididas pelo pesquisador, que tenta seguir os caminhos, naquele momento, já traçados pela Ciência. Desta forma, “apenas os modelos teóricos produzidos a partir delas [relações dedutivas] podem ser submetidos ao crivo da experiência e por conseqüência serem refutados e gerarem problemas.”<sup>13</sup> Pietrocola revela que Mário Bunge acredita que os modelos teóricos podem representar a realidade, funcionando como *simuladores do real* à medida que definem mecanismos internos para sustentar suas próprias relações. Esses mecanismos seriam a essência do modelo, partindo apenas da teoria, sem fazer uso da percepção, sendo chamados de *hipotéticos* ou *escondidos*. Por exemplo, ao se pensar no modelo de corrente elétrica, no qual cargas pontuais se deslocam dentro de um fio pela ação de um campo elétrico, não se consegue ver, ouvir ou cheirar as cargas em movimento, pode-se apenas sentir seu efeito, o “choque”. Este modelo de corrente pressupõe, portanto, um mecanismo escondido. Pietrocola complementa que “... os modelos funcionariam como ‘dublês’ da realidade.”<sup>14</sup>

A partir destas concepções de modelos, chamados conceituais ou científicos, Pietrocola analisa as suas implicações no ensino de Física. Os modelos são, neste caso, a essência do trabalho científico e não da teoria, e a construção dos modelos permite estimular a capacidade criativa. “A busca de construir apenas modelos, mas modelos que incrementem nossas formas de construir a realidade, acrescenta uma mudança de ‘qualidade’ ao conhecimento específico escolar.”<sup>15</sup> A idealização de

---

<sup>13</sup> Maurício PIETROCOLA, *Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos*, p. 11.

<sup>14</sup> *Ibid*, p. 11.

<sup>15</sup> *Ibid*, p. 11.

determinadas situações e a elaboração de objetos-modelos associados a uma teoria geral desencadeariam os modelos teóricos, ou seja, haveria “a passagem progressiva do real-percebido ao real-idealizado”<sup>16</sup> na construção dos modelos. Apesar de os modelos estarem intimamente relacionados aos aspectos empíricos dos fenômenos, eles não são apenas racionais, “... a modelização é uma atividade criadora. Nela inserem-se as preferências pessoais, as paixões intelectuais e a bagagem de conhecimentos anteriores do cientista, balanceadas e organizadas pela *intuição*, pela *razão*.”<sup>17</sup> A construção da realidade sobre o mundo é fruto de desejos, os quais são pessoais e intransferíveis como a criatividade, diferentemente da razão que precisa ser coletiva na estruturação e validação dos modelos. “Nela [na Ciência] observação, intuição e razão foram integradas num processo cujos resultados são avaliados por todos.”<sup>18</sup> Bunge, no entanto, diz que observação, intuição e razão são apenas elementos no processo científico, não podendo sozinhas dar conta de toda a realidade.

Pietrocola comenta que a construção de modelos é resultado de um processo de criação, e a modelização busca conhecer o real, podendo, assim, contribuir para uma melhor compreensão dos fenômenos e do mundo. Desta forma, os modelos podem ser instrumentos para os alunos “representarem a realidade a partir das teorias gerais”, assegurando uma melhor relação com o mundo em que vive e passando do real-percebido ao real-idealizado.<sup>19</sup>

A construção de modelos, que resulta da capacidade criativa do ser humano, é

---

<sup>16</sup> Maurício PIETROCOLA, *Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos*, p. 11.

<sup>17</sup> *Ibid*, p. 12.

<sup>18</sup> *Ibid*, p. 12.

<sup>19</sup> *Ibid*, p. 12.

um processo particular de interpretação do mundo, fornecendo ao aluno uma forma diferente de realidade, a realidade Física, para conhecer o mundo.

Alguns autores trabalham com um enfoque diferente sobre modelos: além dos *modelos conceituais*, abordam os *modelos mentais*. Greca e Moreira<sup>20</sup>, por exemplo, explicitaram em seu artigo a importância dos modelos e o crescente interesse por parte de alguns pesquisadores pelos conceitos de modelos mentais, modelos conceituais e *modelização* como eixo teórico na educação de Ciências. Esse interesse se deve, primeiramente, ao fato de estes termos serem comuns no ensino de Ciências e possuírem uma diversificação de significados e, em segundo lugar, por representarem as teorias científicas em determinados fenômenos, poderem facilitar a compreensão e contribuir para um melhor ensino.

Greca e Moreira acreditam que os modelos conceituais facilitam a compreensão e o ensino de um conjunto de fatos presentes no mundo, numa abordagem semelhante à de Pietrocola, e que eles são representações externas, precisas, completas e consistentes, definidas por uma comunidade científica e baseados no conhecimento científico desta comunidade, diferentemente dos modelos mentais que são representações internas, individuais, incompletas e instáveis. Os modelos mentais são, para esses autores, como representações dinâmicas, que são freqüentemente revisadas. Nesse sentido, os modelos mentais seriam como níveis intermediários entre o fenômeno e o modelo conceitual.<sup>21</sup> E este último pode ser expresso por formulações matemáticas, sendo uma representação simplificada de objetos, fenômenos ou fatos reais.

Estes autores apresentam dois conjuntos de trabalho sobre os modelos mentais: o de Gentner e Stevens e o de Johnson-Laird. O primeiro é direcionado ao

---

<sup>20</sup> GRECA e MOREIRA, Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización, p. 108.

<sup>21</sup> Nersessian, apud GRECA e MOREIRA, Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización, p. 112.

conhecimento que as pessoas desenvolvem sobre os fenômenos físicos e sobre dispositivos mecânicos e tecnológicos. Os trabalhos de Gentner e Stevens, segundo Greca e Moreira, assinalam que os modelos mentais são incompletos, instáveis, não científicos e com fronteiras pouco definidas, porém úteis, tendo como função principal permitir ao sujeito construir explicações e previsões sobre um sistema físico representado, pois derivam de sua experiência perceptiva do mundo.<sup>22</sup> Nesse sentido, os modelos mentais seriam considerados como uma “simulação mental de uma situação real” que está se representando e, portanto, poderiam ser estudados por meio de simulações computacionais.

O segundo conjunto de trabalho apresentado e usado como referencial teórico por Greca e Moreira, o trabalho de Johnson-Laird, estabelece que os modelos mentais são representações da realidade. Sendo assim, a partir de relações percebidas ou imaginadas, os modelos interpretam uma dada situação, fazendo uma representação interna, que funciona como substituta da situação que se está trabalhando.

Greca e Moreira dizem que para Johnson-Laird os modelos mentais são *modelos de trabalho* de situações e acontecimentos do mundo e que a manipulação mental desses modelos, permite compreender e explicar os fenômenos desse mundo.<sup>23</sup> O modelo de trabalho de um fenômeno pressupõe conhecer, por exemplo, suas causas e efeitos para poder entendê-lo. Desta forma, estruturar e compreender um fenômeno físico, por meio de seus enunciados ou formulações matemáticas, pode envolver a construção de modelos mentais de processos que representam.

Esses autores também apresentam três tipos de representações mentais postuladas por Johnson-Laird: as *representações proposicionais*, que possuem suas

---

<sup>22</sup> GRECA e MOREIRA, *Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización*, p. 109.

<sup>23</sup> *Ibid*, p. 111.



cadeias de símbolos e as relações da lógica formal para suas combinações; os *modelos mentais*, cuja estrutura é análoga à do mundo; e as *imagens*, que são os aspectos visuais do modelo.<sup>24</sup> Há ainda duas características importantes do modelo mental, a *especificidade de seu conteúdo* e a *recursividade*. A primeira é resultante do seu caráter analógico com a realidade. Nesse sentido, para se entender a frase *O gato está sobre o telhado* é necessário ter uma *representação interna* para o gato e uma para o telhado e estabelecer uma configuração geral da relação entre ambos, formando assim o *modelo mental* da situação. Se, além disso, características específicas são imaginadas, como *um gato preto sobre um telhado de zinco*, é construída uma *imagem*, diferente do *modelo*, por possuir um maior grau de aproximação da realidade.<sup>25</sup>

À medida que surgem novas informações, estas são incorporadas ao modelo mental, que vai se transformando e sendo ampliado e melhorado de acordo com a finalidade para a qual ele está sendo usado, sendo portanto incompleto. Dessa forma, os modelos mentais são como representações dinâmicas, e são revisados constantemente. E isto é caracterizado pela *recursividade*.

Greca e Moreira compararam as idéias de Gentner e Stevens e Johnson-Laird e apontam que a principal diferença entre eles é o tipo de representação interna que sustenta suas teorias. Os primeiros supõem que os modelos mentais são compostos por uma série de proposições e regras que devem ser formuladas explicitamente, simulando a situação real como um computador. Na idéia de Johnson-Laird, os modelos mentais representam propriedades implícitas e são enfatizados pelo seu caráter analógico, independente da postulação de que as pessoas seguem uma determinada regra de produção ou um procedimento embutido.

---

<sup>24</sup> GRECA e MOREIRA, *Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización*, p. 110.

<sup>25</sup> *Ibid*, p. 111.

No ensino, Greca e Moreira ressaltam que se considera, muitas vezes, que os alunos construíram seus modelos mentais de forma idêntica aos modelos conceituais que lhes foram apresentados. Mostram que esta idéia está geralmente equivocada. Em primeiro lugar, porque os alunos ainda não possuem o conhecimento necessário para interpretar o modelo como conceitual e, em segundo lugar, porque os alunos muitas vezes confundem o modelo simplificado dos fenômenos com o fenômeno em si. Desta forma, quando uma pessoa tenta compreender um modelo conceitual, toma aqueles elementos que considera importantes, ou relaciona com aquilo que já conhece e gera, ou não, modelos mentais que não necessariamente são similares aos modelos conceituais.

Dizer que essa transformação do modelo mental para o modelo conceitual é totalmente completa só reforça a idéia de que a teoria científica possui uma estrutura acabada e fechada. Considerar que a relação entre esses modelos está sendo corretamente atualizada e é diferente para cada pessoa mostra que a teoria científica possui um movimento e que, a qualquer momento, pode seguir novos caminhos. Retoma-se aqui a concepção de Pietrocola de que a construção dos modelos é uma atividade criadora e é diferente para cada pessoa, pois está relacionada às suas experiências pessoais, seus desejos e preferências e, desta forma, a transformação do modelo mental em modelo conceitual não será totalmente completa. Nesse aspecto, Moreira possui uma postura semelhante à de Pietrocola.

Ao pensar novamente esta abordagem para o ensino de Ciências, verifica-se que os modelos conceituais trabalhados com os alunos freqüentemente não passam de simples memorização de fórmulas e definições não compreendidas.<sup>26</sup> Os alunos, na maioria das vezes, continuam com os seus modelos mentais e “tomam

---

<sup>26</sup> GRECA e MOREIRA, *Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización*, p. 115.

emprestado” alguns elementos dos modelos conceituais, por meio da memorização, para passarem de ano e no vestibular, saindo com interpretações equivocadas dos conceitos.

O aluno constrói representações internas, modelos mentais, para melhor compreender o mundo em que está imerso e seus respectivos fenômenos. Esses modelos são funcionais, ou seja, úteis para serem utilizados na sua vida cotidiana, porém são individuais e incompletos e não necessariamente consistentes com os modelos adotados pela comunidade científica. À medida que lhe são apresentados os modelos conceituais, o aluno pode formar modelos mentais coerentes com o que lhe foi ensinado, interpretar as informações formando *modelos híbridos* ou, ainda, simplesmente memorizar essas informações, por meio de representações proposicionais, sem verdadeiro significado, mas, mesmo assim, passar nos exames escolares.

Greca e Moreira acreditam que para ajudar a melhorar tal situação será preciso investir na modelização. Esse trabalho de modelização estaria concentrado no estabelecimento de relações semânticas entre teoria e fenômenos ou objetos, processo entendido como o aprendizado de um conjunto de passos para identificar os elementos cruciais de um sistema. Segundo esses autores, esse processo de aprendizagem deve ser explícito, de forma que sejam ensinados aos alunos os procedimentos suficientes para construir os modelos mentais a fim de compreender o significado dos modelos conceituais trabalhados.<sup>27</sup> Mesmo assim, eles esclarecem as dificuldades para se obter a modelização, pois este é um processo complexo e o conhecimento sobre a construção dos alunos ainda é limitado. Saber identificar

---

<sup>27</sup> GRECA e MOREIRA, *Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización*, p. 112.

quais os modelos construídos pelos alunos e como eles o constroem ainda são questões em aberto para os pesquisadores.

Pensando agora numa questão mais específica, se muitos dos modelos utilizados estão ancorados no aspecto visual, então como é possível entender a construção de modelos por pessoas cegas? Essa questão é discutida por Morton Heller e colaboradores em *Touch, representation and blindness*, este livro que inclui um material selecionado de uma conferência realizada em San Marino sobre o tema.

A discussão de alguns pontos dessa questão será pautada na introdução do livro já citado, que também contém um resumo de diferentes trabalhos já desenvolvidos. Notou-se, particularmente, que as questões levantadas no livro abordam mais o conceito de percepção do que especificamente de modelo, mostrando a complexidade deste assunto.

Segundo Heller<sup>28</sup>, a descrição mais comum da percepção e cognição assume que as pessoas são tipicamente visuais, e o estímulo visual é caracterizado como bidimensional (letras, números ou figuras geométricas abstratas). Essas construções abstratas (representações) são partes importantes na vida do indivíduo, e seu processo de desenvolvimento é dado de forma natural, isto é, faz parte da realidade do indivíduo. O desenvolvimento das representações é diferente para cada indivíduo, pois depende de sua cultura e seus interesses e, sendo assim, pode seguir diferentes caminhos. Esse autor evidencia que, mesmo com esta idéia de que os estímulos visuais aparecem como predominantes, as experiências mais significativas do indivíduo envolvem o contato físico com o mundo. E que este contato físico é essencial para obter conforto e prazer nesta relação.

---

<sup>28</sup> HELLER, *Touch, representation and blindness*, p. 1.

Heller ressalta que muitos pesquisadores têm assumido que a visão possui um prazer estético, que não pode ser avaliado ou percebido pelo tato. Porém, afirma que estímulos estéticos mais significativos não são puramente visuais. Muitos dos eventos mais importantes da vida do indivíduo são experimentados também por meio dos outros sentidos. Por exemplo, se uma pessoa abraça a outra, a experiência inclui contato, mas também visão, audição e talvez o olfato. Todos os seus sentidos, e não só o visual funcionam como receptores de informação, como forma de montar uma representação e um significado coerente com esta.

O autor comenta algumas concepções de Berkeley, de que o tato e a visão não mostram a equivalência de informações sobre os objetos do mundo. Esse autor diz que, por exemplo, não é possível ver a extensão espacial, pois esta é limitada pela luz e o tamanho da imagem. A imagem varia com a distância, assim Berkeley acredita que o entendimento da extensão espacial deriva do tato, assumindo que as pessoas dão o mesmo nome para as sensações visuais e táteis, mas que elas não são realmente equivalentes. Como ele, outros pesquisadores discutem essa equivalência entre os sentidos, questionando a substituição de um pelo outro.<sup>29</sup>

Heller diz que ao se pensar na percepção do mundo por uma pessoa cega, devem ser levados em consideração, neste caso, os outros sentidos, principalmente o tato. Heller comenta o trabalho de alguns pesquisadores influentes neste estudo de construção e percepção como Revesz (1950), Katz (1989) e Gibson (1962, 1966), que apesar de terem enfoques diferentes sobre o assunto, colocam a mão como o principal órgão do tato. Entretanto, este autor ressalta que isto não faz justiça à versatilidade do tato. Os pés, os braços e a boca são tão importantes quanto as

---

<sup>29</sup> Berkeley, apud HELLER, *Touch, representation and blindness*, p. 6.

mãos na percepção tátil. A boca, por exemplo, é especialmente importante no tato na infância, durante a qual a criança começa a experimentar o mundo.

É comum atribuir às pessoas cegas uma percepção tátil acima da média, colocando que a falta da visão aprimora os outros sentidos. Pode-se dizer que esse aprimoramento surge do uso constante dos sentidos remanescentes, da mesma forma que ocorre com a visão. O fato de aprendermos a usar a visão desde a infância e os constantes estímulos recebidos permitem aprimorá-la cada vez mais. O mesmo ocorre com o tato nas pessoas cegas. Deste modo, Heller diz que a pessoa que possui maior exposição e familiaridade com as figuras visuais tem sua habilidade cognitiva melhorada para os modelos bidimensionais. Ele comenta ainda que o tato, assim como a visão, também possui algumas limitações, que podem não se mostrar claras, ao se pensar os sentidos como um todo. É como se um sentido *preenchesse* a limitação do outro, os sentidos possuem as suas especificidades, mas são complementares entre si.

A idéia de elaboração de modelos por pessoas cegas deve levar em consideração os sentidos remanescentes. Não se deve esquecer, porém, que as pessoas cegas estão imersas num mundo predominantemente visual e adquirem experiências e informações do contato com pessoas que vêem e das possíveis relações estabelecidas. Essas informações também são importantes, dependendo da idade em que a pessoa adquiriu a cegueira.

A cultura, a comunicação e as experiências de vida com determinado grupo social fornecem informações importantes na construção do conhecimento sobre a realidade presente. Esses modelos mentais criados pelas pessoas cegas, não estão desvinculados do mundo que as cerca. Dessa forma, para contribuir na construção

dos modelos conceituais das pessoas que não vêem, tais aspectos também devem ser levados em consideração pelo educador.

Retomando as idéias de Pietrocola, quando ele afirma que os modelos são os instrumentos para os alunos representarem a realidade, e considerando-se que a realidade dos alunos cegos é baseada, em boa parte, no tato, pode-se dizer que seus modelos construídos têm uma componente tátil muito importante, diferente dos modelos dos alunos que vêem. Além disso, se os modelos mentais são pessoais, inconstantes e decorrem das experiências vivenciadas e dos interesses do indivíduo, eles são diferentes para cada pessoa, e o mesmo acontece com os modelos mentais da pessoa cega.

Estas são apenas algumas idéias, pois ainda é um desafio saber efetivamente como os alunos cegos constroem o conhecimento, as relações que fazem e que tipo de imagens mentais estruturam, questões e desafios que também não estão resolvidas quando se pensa no aluno não cego. Pode-se arriscar a dizer que seus modelos são baseados em experiências táteis e que recebem uma grande influência dos estímulos visuais decorrentes da interação com o seu grupo social. Há muito o que estudar e discutir para se chegar a uma certa convergência (se isto for possível) entre as idéias dos pesquisadores, que possuem opiniões freqüentemente diversificadas.

Esta linha de investigação, embora interessante, não foi um objetivo específico desta dissertação. Este é um enfoque que poderia e deveria ser trabalhado em estudos futuros, pois nos parece importante para o ensino de Física para os alunos cegos.

## 2.4 – Gaston Bachelard: a ruptura com o aparente

O filósofo francês Gaston Bachelard, por suas contribuições tanto para epistemologia científica quanto para a compreensão da criação poética, passou a ganhar destaque crescente nesses últimos anos.

A obra de Bachelard é freqüentemente descrita como dividida em duas vertentes de pensamento: o Bachelard diurno e o Bachelard noturno. A primeira refere-se ao científico, à razão, e a segunda, dedica-se à criação poética, aos sonhos e devaneios. A racionalidade e a imaginação são marcadas e interligadas pela *ruptura*, que é o caminho seguido por Bachelard para "desvelar o secreto do mundo; o que será possível rompendo com o aparente".<sup>1</sup>

Trata-se aqui do Bachelard diurno, revelado pela sua epistemologia científica e suas relações com contribuições para o ensino de Física. A linha epistemológica de Bachelard teve como elemento motivador a análise da passagem da Física Clássica para a Física Contemporânea. Esta última trouxe novas concepções de exploração do mundo até então não desveladas, fazendo uso de elementos não diretamente ligados à vida cotidiana.<sup>2</sup> Bachelard mostra a dificuldade de se aprender esta nova forma de pensar o mundo na Ciência, ressaltando os diferentes obstáculos que precisam ser superados.

Segundo Zanetic, essa transição de concepções é definida por Bachelard como a ruptura epistemológica. É preciso romper com as idéias presentes para se ceder lugar aos novos conceitos. Um bom exemplo disso seria a ruptura entre a Física Clássica de Newton e a Física Relativística de Einstein.<sup>3</sup> As concepções

---

<sup>1</sup> Elyana Barbosa, apud João ZANETIC, *Textos de evolução: alguns tópicos de "filosofia" da Ciência*, p. 65.

<sup>2</sup> João ZANETIC, *Textos de evolução: alguns tópicos de "filosofia" da Ciência*, p. 66.

<sup>3</sup> *Ibid*, p. 73 e 74.



newtonianas estavam tão enraizadas no pensamento científico que tornavam difícil aceitar uma outra concepção, e a forma de concretizar essa transição era por meio do rompimento. Esta idéia fica clara no trecho da citação: "... Vivíamos, aliás, no mundo newtoniano como numa residência espaçosa e clara. O pensamento newtoniano era de saída um tipo maravilhosamente transparente de pensamento fechado; dele não se podia sair a não ser por arrombamento."<sup>4</sup>

As concepções presentes na epistemologia de Bachelard assumem um sentido contrário às idéias positivistas e neo-positivistas. Estas últimas assumem que:

*... há um real dado em que a razão deve se apoiar. O real é um todo único, composto de fatos, fenômenos que se apresentam ao experimentador e que pressupõem, portanto, uma única razão capaz de dar conta dessa multiplicidade desconexa.*

*(...) A verdade está na Natureza, no fenômeno, e cabe ao pesquisador revelá-la, torná-la visível aos olhos, à razão.<sup>5</sup>*

E o novo sentido proposto por Bachelard é o do *vetor epistemológico*, que vai do racional ao real. Como é possível verificar no trecho: "... Todavia o sentido do vetor epistemológico parece-nos bem claro. Ele vai seguramente do racional ao real e de nenhum modo, ao contrário, da realidade ao geral como professavam todos os filósofos, desde Aristóteles até Bacon ..."<sup>6</sup>

O conhecimento científico, para se estruturar e ser adotado como uma outra forma de se relacionar com o mundo, defronta-se com uma série de obstáculos ou barreiras. Tais obstáculos podem envolver, por exemplo, determinados conceitos pré-estabelecidos pelo indivíduo, que se tornam resistentes à novas concepções.

---

<sup>4</sup> Bachelard, apud João ZANETIC, *Textos de evolução: alguns tópicos de "filosofia" da Ciência*, p. 74.

<sup>5</sup> Alice LOPES, *Bachelard: o filósofo da desilusão*, p. 258.

<sup>6</sup> Bachelard, apud João ZANETIC, *Textos de evolução: alguns tópicos de "filosofia" da Ciência*, p. 68.

Como no caso de dizer que os *objetos mais pesados caem primeiro no solo*. Bachelard nomeia esses obstáculos como obstáculos epistemológicos, que devem ser enfrentados para se promover o pensamento científico.

*Bachelard afirmava que esses obstáculos epistemológicos se devem ao psiquismo humano, às resistências psicológicas em abandonar determinadas concepções que causariam certa instabilidade psíquica, às crenças que são produzidas por fatores culturais os mais diversos como, por exemplo, os religiosos e ideológicos.*<sup>7</sup>

Bachelard ressalta que é no processo de conhecimento que surgem os conflitos, os obstáculos epistemológicos:

*O conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras. Nunca é imediato e pleno. (...) No fundo, o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização.*<sup>8</sup>

Os pensamentos habituais, já bem estabelecidos no indivíduo, impedem a reestruturação de um novo conceito:

*O espírito científico proíbe que tenhamos uma opinião sobre questões que não compreendemos, sobre questões que não sabemos formular com clareza. Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta.*<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> João ZANETIC, *Textos de evolução: alguns tópicos de “filosofia” da Ciência*, p. 69.

<sup>8</sup> Gaston BACHELARD, *A formação do espírito científico*, p. 17.

<sup>9</sup> *Ibid*, p. 18.

Os obstáculos epistemológicos também estão presentes no ensino de ciências e são definidos por Bachelard como obstáculos pedagógicos. Sendo assim, ao se considerar os alunos como caixas, nas quais os professores somente depositam o conhecimento (o que Paulo Freire chamava de *educação bancária*<sup>10</sup>), sem levar em conta suas experiências e as idéias já aprendidas, não é possível garantir a mudança conceitual e a sua apreensão da cultura científica, pois essas idéias não são rompidas. Como diz Bachelard:

*Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. (...) Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-se ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana.*<sup>11</sup>

Desta forma, Bachelard mostra que é importante freqüentemente questionar não só o conhecimento cotidiano dos educandos, mas o conhecimento cotidiano do próprio professor no processo de ensino e aprendizagem. Educar é mobilizar permanentemente a cultura científica, é “substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir.”<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> Paulo Freire, *Pedagogia do Oprimido*, p. 71.

<sup>11</sup> Gaston Bachelard, *A formação do espírito científico*, p. 23.

<sup>12</sup> *Ibid*, p. 24.

Bachelard também apresenta a idéia de ruptura com o aparente, idéia esta que influenciou a orientação do presente trabalho. No ensino de Física para alunos cegos, pode-se levantar alguns questionamentos de que, se determinados modelos físicos são apresentados de forma basicamente visual e o aluno cego não está totalmente influenciado por estes estímulos, este aluno pode ter muitas dificuldades. No entanto, estes modelos poderiam ser apresentados de outra forma, que levasse o cego a revelar uma outra concepção dos mesmos, o que poderia proporcionar novos horizontes para algumas explicações científicas.

Por um lado, o *ver* é essencial, sendo muitas vezes associado ao conhecer. Há uma estrutura de ensino que privilegia a demonstração e a exposição e evidencia o apelo visual. Assumem-se ritmos diferentes, mais rápidos, pois é possível apropriar-se de várias imagens e informações ao mesmo tempo. A visão, neste caso, pode ampliar algumas possibilidades. Por outro lado, a visão também pode ser um fator limitador. O ensino e a própria Ciência são, em muitos casos, pautados no visual; os modelos visuais, por exemplo, são freqüentemente dados/apresentados ou impostos aos alunos e dificilmente construídos com eles, permitindo poucas ressignificações pelo aluno.

A visão também pode enganar, pode mascarar o fenômeno, desencadeando interpretações deturpadas. Paralelamente a isso, na Física Atômica, por exemplo, não é possível *ver* um átomo, as pessoas que possuem visão são tão cegas quanto os cegos. Nesse sentido, rompe-se com o visual, com as aparências. E na concepção de Bachelard, o visual seria, portanto, um obstáculo epistemológico. Com Bachelard é possível:

*... compreender a distinção entre real científico e real dado. Na ciência, não trabalhamos com o que se encontra visível na homogeneidade panorâmica. Ao*

*contrário, precisamos ultrapassar as aparências, pois o aparente é sempre fonte de enganos, de erros, e o conhecimento científico se estrutura através da superação desses erros, em um constante processo de ruptura com o que se pensava conhecido. (...) para Bachelard a ciência não capta ou captura o real, ela indica a direção e a organização intelectual, segundo as quais nos asseguramos que nos aproximamos do real. É no caminho do verdadeiro que o pensamento encontra o real; a realidade do mundo está sempre para ser retomada, sob responsabilidade da razão.*<sup>13</sup>

O filósofo critica a imaginação formal, fundamentada na visão, questiona a *concepção ocularista do conhecimento*, mas no campo da poesia valoriza a imaginação entendida como a “... faculdade de formar imagens que ultrapassam a realidade ...”<sup>14</sup> Para Dagonet, “A verdadeira imagem é energia a trabalhar; o próprio trabalho só se ativa pela imagem que o acompanha.”<sup>15</sup>

Desta forma, um dos elementos importantes para contribuir no trabalho com o aluno cego é pensar na construção de modelos que explorem outras percepções, como a tátil, a auditiva e a cinestésica, possibilitando uma melhor compreensão por parte do aluno cego. Esses modelos devem ser construídos conjuntamente com o educando e precisam possuir uma flexibilidade para diferentes interpretações e extrapolações. O fato de, em alguns casos, o sentido da visão poder dificultar um entendimento mais profundo do fenômeno é interessante, pois, nesse caso, o aluno cego torna-se “favorecido”, caso tenha um ensino e um aprendizado significativos. Deve-se partir das experiências do educando, mas reorganizá-las, ressignificá-las, pois a experiência “enriquece as categorias e renova os pensamentos. (...) Uma experiência nova e verdadeira põe à experiência o método de experimentar: ela

---

<sup>13</sup> Alice LOPES, *Bachelard: o filósofo da desilusão*, p. 259.

<sup>14</sup> *Ibid*, p. 264.

<sup>15</sup> DAGONET, *Bachelard*, p. 35.

agita e obriga o pensamento a renegar-se constantemente.”<sup>16</sup> É preciso construir e reconstruir o conhecimento científico, possibilitando assim uma melhor relação do aluno cego com o mundo.

---

<sup>16</sup> DAGONET, *Bachelard*, p. 29.

## II – COMO FOI FEITO O QUE FOI FEITO (SOBRE O MÉTODO)

### 1 – Do Contexto ao Texto<sup>1</sup>

#### 1.1 – Encontrando o Cego

Nunca tinha tido um contato mais estreito com uma pessoa cega, apenas poucos encontros casuais nas ruas, que quase passavam despercebidos. Talvez um fato tenha sido importante, mas só me dei conta dele quando estava trabalhando nesta pesquisa. Lembro-me que quando criança, ao explorar meus próprios sentidos, perguntava-me como seria se eu ficasse cega. Tentava fechar os olhos e experimentar como seria andar e identificar objetos. Lembro, ainda, que me questionava sobre o que seria pior: nascer cega ou perder a visão posteriormente. Perguntas momentaneamente sem respostas e que aos poucos ficaram adormecidas e deram lugar a novas questões. Tempos mais tarde essas perguntas puderam renascer e hoje fazem parte desta pesquisa. Essa exploração do sentido visual é muito presente na infância, mas, na maioria das vezes, é esquecida e as pessoas só refazem esse tipo de questão quando se deparam com alguma situação inesperada.

O início do trabalho com os alunos cegos foi fruto da disciplina Prática de Ensino do curso de graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ,

---

<sup>1</sup> Em primeira pessoa.

cujo estágio foi realizado no Colégio Pedro II – Unidade São Cristóvão III (Rede Federal), no Rio de Janeiro.

A partir de agosto de 1998, como estagiária do Colégio fui solicitada, junto com o estagiário Leandro Calado, a tirar dúvidas de uma aluna cega, do primeiro ano do Ensino Médio, em decorrência de suas dificuldades frente a sua primeira prova de Física.

Essa experiência era totalmente nova, pois não sabia como lidar com a situação, desde o primeiro contato com a estudante até a explicação dos conceitos. A própria linguagem devia ser repensada: não era possível medir até que ponto os termos *ver*, *observar*, *olhar* eram viáveis no contato com a aluna. Pude vivenciar o próprio estranhamento do professor, que nunca lidou com este tipo de situação e que precisa repensar a sua prática em sala de aula.

No andamento do trabalho, observei características pessoais importantes, que mostravam uma aluna interessada e estudiosa, apesar das dificuldades naturais de relacionamento na escola (já especificadas no capítulo 2). A ausência das condições mínimas de viabilizar o ensino para a aluna também representavam dificuldade. O livro didático utilizado na escola não era transcrito em Braille, o que levava a aluna a uma total dependência de uma pessoa para fazer a leitura (ledor). Além disso, ela dependia de fotocópias das anotações dos colegas de turma, pois o que era escrito no quadro muitas vezes não era ditado pelos professores, os quais acreditavam que a escrita Braille era lenta, o que poderia causar uma quebra no ritmo da classe. O fato de não acompanhar, ao mesmo tempo, a explicação do professor e suas anotações dificultava a compreensão da aluna. Para auxiliá-la, os conceitos eram explicados e os tópicos mais importantes eram ditados, para que ela tivesse um material por escrito e que pudesse estudar sozinha.



A linguagem apresentada em sala de aula gerava obstáculos para a aluna, prejudicando-a no entendimento dos conceitos, pois alguns professores freqüentemente não conseguiam adaptar a sua linguagem para um aluno com deficiência visual. Dentro os motivos desse descompasso foi possível perceber o conflito entre certos símbolos usados nas áreas de Física e Química e a linguagem Braille, além de algumas dificuldades em Matemática. O grande número de gráficos e desenhos utilizados dentro de sala de aula, sem nenhuma adaptação para a aluna, também agravava a situação. Para minimizar este problema, busquei descrever mais detalhadamente os gráficos e os desenhos, esclarecendo os símbolos utilizados e desenvolvendo os gráficos alto-relevo. Para este último, usava uma tela (material do próprio aluno), sobre a qual era fixado papel sulfite 40Kg. Com uma caneta desenhava invertido o que era necessário. Isso proporcionava o desenho em alto-relevo no verso do papel. Com este material, eram observadas melhorias significativas no aprendizado da aluna. Ela passou a questionar mais, a perguntar sobre fatos do cotidiano e a realizar os exercícios com mais desenvoltura.

Posteriormente, passei a traduzir as provas da aluna para a linguagem Braille com o auxílio do Núcleo de Computação Eletrônica (NCE/UFRJ), visto que o processo de transcrição via Colégio era um pouco lento<sup>2</sup> e muitas vezes era preciso um leitor para a prova da aluna. Após a prova, um trabalho mais intensivo foi iniciado. Procurei outras pessoas com deficiência visual, pessoas que com elas haviam tido experiências e instituições especializadas, que me orientaram sobre as possíveis dificuldades e algumas soluções para resolvê-las da melhor maneira possível. Com isso, a aluna se mostrou mais interessada, tornando-se mais receptiva e melhorando o seu rendimento.

---

<sup>2</sup> O Colégio enviava a maioria dos textos e provas para o Instituto Benjamim Constant, que transcrevia o material para o Braille e devolvia-o após alguns dias. Como eram muitos textos, esse processo exigia um pouco mais de tempo, o que em geral dificultava as atividades dos alunos.

Comecei a utilizar alguns materiais didáticos especiais para cegos, dos quais um foi elaborado por mim e os outros cedidos pelo Instituto Benjamin Constant<sup>3</sup>. Elaborei vetores, representados por *setinhas* constituídas de um material magnético, colocadas sobre uma tábua metálica, o que possibilitava uma melhor manipulação pela aluna. O recurso também possibilitou uma pequena discussão sobre o ímã e suas características, o que a motivou bastante. A receptividade da aluna em relação a esse material superou minhas expectativas, pois ela se mostrou interessada em trabalhar e desenhar alguns vetores, por exemplo.

Os materiais cedidos pelo Instituto Benjamin Constant ou trazidos pela aluna foram o *sorobã*, com o qual a aluna fazia os cálculos; o sistema de eixo cartesiano em alto-relevo, para fazer a leitura das coordenadas; e o círculo trigonométrico em alto-relevo. Muitos dos materiais pesquisados eram destinados ao ensino de Geografia e alguns ao de Matemática para o Ensino Fundamental. Para a Física, em particular, não havia materiais. Além disso, eu tinha pouco conhecimento sobre que materiais eram mais adequados ao trabalho com os cegos, e logo pude perceber que apenas a verbalização, para explicar os conceitos, não era suficiente.

Era importante concretizar os exemplos e as idéias a serem trabalhadas para que a aluna conseguisse acompanhar as explicações. Sendo assim, improvisava sempre que possível. Um livro para explicar o equilíbrio de forças, uma alça de mochila para exemplificar a lei da ação e reação, caixa de giz, apagador, porta-caneta, enfim, objetos que servissem para representar o que se queria explicar no momento. Além desses *materiais didáticos*, busquei experiências diárias da aluna para explicar alguns conceitos. Exemplos, como a experiência de andar de ônibus para explicar a Lei da Inércia ou a de andar com um acompanhante/guia na rua,

---

<sup>3</sup> Este Instituto é especializado no ensino fundamental para alunos cegos, no Rio de Janeiro.

foram fundamentais no diálogo com ela. A exploração do seu cotidiano auxiliava ambos na discussão dos fenômenos físicos.

Depois de um período em que trabalhei somente com essa aluna, outro aluno cego começou a participar paralelamente do processo. Esse aluno, do primeiro ano do Ensino Médio, demonstrava um grande interesse pelos avanços tecnológicos e uma considerável independência, por se deslocar sozinho, pegando ônibus ou metrô. Apresentava dificuldades parecidas com as da primeira aluna, e também algumas dificuldades em relação às abstrações. Dois alunos com baixa visão (um deles do segundo ano do Ensino Médio) também começaram a participar de algumas atividades realizadas e se mostraram bastante interessados (não detalharei aqui a participação destes alunos para não fugir aos objetivos desta pesquisa).

O setor de Educação Especial do Colégio também incentivou o trabalho, contribuindo, na medida do possível, para atender as necessidades. Apesar de o Colégio ter passado por um período de greve de dois meses, gerando uma descontinuidade no desenvolvimento do trabalho, as atividades desenvolvidas representaram uma contribuição significativa. Foi um crescimento para os alunos, para os professores envolvidos e para mim, que estava inicialmente receosa com a proposta, mas que aos poucos fui compreendendo o universo do estudante e vencendo as dificuldades.

Uma contribuição extremamente importante foi a do professor regente da disciplina de Física, que me deu a liberdade para trabalhar com os alunos. Através de várias discussões realizadas e das infinitas trocas de experiências, o professor pôde usufruir de um dos materiais usados por mim, os vetores, dentro da sala de aula. Esse trabalho, interno e externo à classe, favoreceu ainda mais o aprendizado dos alunos, melhorando o seu desempenho e interesse. Os alunos passaram a

realizar os exercícios com mais desenvoltura e melhoraram na realização das provas.

No ano seguinte, mesmo com o término do estágio, continuei a acompanhar os alunos cegos. Diante das poucas iniciativas voltadas para a Educação Especial na área das Ciências e da Matemática, senti a necessidade de estabelecer algo mais concreto para os estudantes. Com o foco no ensino de Física, surgiram as idéias para iniciar este trabalho.

## 1.2 – Tateando Caminhos

Decorrente de um curso de pós-graduação<sup>1</sup>, a segunda experiência, realizada com dois alunos cegos e três com baixa visão, buscava concentrar-se na fundamentação e compreensão dos conceitos básicos de fenômenos térmicos, procurando, a partir das experiências dos alunos, destacar e valorizar atividades que conduzissem à construção desses conceitos.

A intenção era sugerir um modelo que pudesse ser aplicado posteriormente em outros conteúdos da Física, estendendo as idéias e os princípios desta estratégia para outros fenômenos, sem usar regras ou padrões fechados, mas sim estabelecendo um diálogo aberto com o aluno para ajudá-lo a construir a sua própria concepção de mundo e aprender com ele esta concepção.

Concentrando-me nos os conceitos básicos da Física Térmica, fiz uma entrevista com os alunos, cujo objetivo era iniciar um diálogo e um ensino daqueles conceitos, conhecendo as experiências vivenciais desses alunos, e estruturar algumas atividades interligadas. Desta forma, agir e interagir constantemente com o aluno refletia num método de investigação, uma *pesquisa-ação*<sup>2</sup>, na qual é possível atuar e interferir ao longo de seu desenvolvimento. O pesquisador “desempenha um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas.”<sup>3</sup> Este método estará presente também nas atividades seguintes.

---

<sup>1</sup> Curso de pós-graduação da USP, Os Fundamentos da Física e a Física Contemporânea Como Conteúdos Instrucionais, ministrado pelo professor Luís Carlos de Menezes, no primeiro semestre de 1999.

<sup>2</sup> Segundo Michel Tiollent, “... a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.” (*Metodologia da pesquisa-ação*, p. 14.)

<sup>3</sup> Micehl TIOLENT, *Metodologia da pesquisa-ação*, p. 15.

Na Física, em particular, é muito importante que o aluno saiba identificar as grandezas físicas, que ele seja capaz de distingui-las e que possa expressar corretamente a linguagem científica. É necessário que ele saiba contextualizar e compreender os fenômenos térmicos, que ele possa conhecer o funcionamento de uma máquina térmica e seus princípios. O próprio corpo está constantemente realizando trocas de calor com o meio ambiente, ele é uma verdadeira máquina térmica e está diariamente transformando energia. Esse é um dos caminhos que o professor pode utilizar em sala de aula para estabelecer uma discussão com os alunos. É importante começar por onde o aluno possui uma maior percepção, onde ele possa tatear e sentir, mostrando as aplicações destes fenômenos e ressaltando os avanços tecnológicos que o cercam.

Um dos interesses era saber como os alunos cegos percebiam estes conceitos. Com a intenção de investigar as percepções do aluno e as suas relações com o mundo, a entrevista (em anexo A) com os estudantes teve como ponto de partida os conceitos de calor e temperatura.

A primeira etapa da entrevista foi realizada com um aluno cego individualmente, e a segunda com um grupo de quatro alunos, sendo apenas um deles cego. Os alunos estavam no segundo ano da turma regular do Colégio Pedro II e haviam tido apenas um primeiro contato com os conteúdos da entrevista, contato esse feito com os seus próprios professores.

É possível verificar que a confusão entre os conceitos de temperatura e calor com clima, tempo ou meio ambiente é bastante comum, tanto para os alunos cegos quanto para os não cegos, pois faz parte da nossa linguagem usual. A exatidão em discutir estes conceitos começa com o ensino de Física. Diante das confusões e dificuldades, parece necessário desenvolver uma estratégia tanto conceitual quanto

experimental para facilitar o aprendizado desses alunos que, se por um lado não conseguem diferenciar calor de temperatura, por outro possuem uma boa percepção dos objetos do cotidiano relacionados aos conceitos. Segundo Cardenas e Ragout de Lozano<sup>4</sup> é muito comum os alunos confundirem esses conceitos, pois constantemente é diz-se *hoje está muito calor* ou *ontem estava muito frio*, mas raramente são levadas em conta questões intrínsecas à percepção.

Abaixo são transcritas algumas passagens mais significativas da entrevista, relatando apenas as respostas dos alunos cegos:

P – *A que coisas você relaciona a palavra calor?*

A1 – *Tem relação com praia, piscina e cachoeira. Prancha de surf também.*

A2 – *Sol.*

P – *Que coisas estão relacionadas a temperatura?*

A1 – *20°, 30°, 40°, 10°. Alguma coisa está quente, está frio. Tempo. Por exemplo: alguém brigando na rua, o tempo fechou.*

A2 – *Ambiente, pessoas, seres vivos...*

P – *Que objetos que você manipula no dia-a-dia que se relacionam com temperatura e calor?*

A2 – *Geladeira, fogão, ferro de passar, chuveiro elétrico...*

P – *Existe alguma relação entre calor e temperatura?*

A1 – *Calor é uma temperatura muito alta. Calor e temperatura são iguais.*

A2 – *Eu acho que a temperatura é a unidade de medida do calor. (...) Eu acho que calor é o aumento de temperatura, e eu não tenho certeza não, eu acho que tem alguma coisa a ver com energia.*

P – *Como vocês percebem que alguma coisa está quente ou está fria? Se eu colocar uma panela quente, como você distingue?*

A2 – *Pelo calor que ela libera.*

---

<sup>4</sup> *Análisis de una experiencia didáctica realizada para construir conceptos fundamentales de Termodinámica*, p.170-178.

“Que a aula tenha prática, tenha experimento. Quero saber sobre o ventilador, geladeira e ar condicionado”. Essas foram algumas das sugestões feitas pelo aluno A2 para as futuras atividades. Na verdade ele desejava saber como as coisas funcionam e o que são essas “caixas pretas”, que vivencia. O aluno mostrou curiosidade em conhecer objetos que estão a seu redor, em explorar as coisas que fazem parte do seu cotidiano e, além disso, a relação que existe entre essas coisas. O aluno A1 apresentou alguns elementos do seu cotidiano, que ele relacionava a calor e temperatura, e que podem ser explorados na introdução destes conceitos.

Esta entrevista, apesar de bastante breve, proporcionou conhecer mais os dois alunos cegos, saber que, fora a limitação visual, do ponto de vista conceitual, suas dificuldades com relação a esses conceitos são bem parecidas com as dos estudantes não cegos. Foi possível refletir sobre suas percepções tácteis, auditivas e térmicas, sobre o mundo e suas características, um ângulo diferente e não tão visual quanto o da pessoa que vê.

Essas reflexões proporcionaram estruturar as futuras atividades, nas quais foram focalizadas as percepções desses alunos e a busca por um melhor direcionamento para os conceitos a serem abordados. Essa estrutura não poderia contar com apenas a verbalização ou a transmissão dos conceitos, ela teria que fazer uso de recursos e materiais didáticos que pudessem contribuir na construção dos modelos com os quais se pretendia trabalhar. Para ajudar o educando a construir o seu modelo conceitual, era importante levar em consideração o seu modelo mental, ou seja, as concepções prévias desse aluno.



## 2 – Vivências e Experiências com o Aluno Cego

### 2.1 – As Atividades: aprendendo com o cego

Nos próximos itens descreve-se cada atividade realizada com os alunos com deficiência visual. Pretende-se relatar os objetivos, o trabalho desenvolvido, as dificuldades enfrentadas e os resultados obtidos. É importante ressaltar que essas atividades foram algumas formas encontradas para se trabalhar com o grupo de alunos que participou da pesquisa. Isto significa que, para grupos futuros, elas podem ou não ser utilizadas, dependendo das necessidades e das especificidades dos alunos. Novos caminhos e conceitos podem e devem ser mapeados para ampliar o campo de possibilidades com o aluno cego.

Recebeu-se um grande apoio do Colégio para realizar as atividades; porém, não havia a possibilidade de se trabalhar com o grupo de alunos dentro de sala de aula.<sup>1</sup> Por um lado, esta situação não permitia observar se as atividades seriam viáveis dentro de uma classe regular, incluindo todos os alunos. Além disso, como foi preciso realizar as atividades em horários extras, surgiu o problema de conciliar os tempos disponíveis, gerando um grupo misto e reduzido de alunos. Misto, porque incluía alunos de diferentes anos do Ensino Médio, e reduzido, porque alguns dos alunos que participaram estudavam no período da manhã e outros no período da tarde. Estas dificuldades geraram longos intervalos de tempo entre as atividades, dificultando, assim, a avaliação e provocando uma certa descontinuidade no trabalho.

---

<sup>1</sup> Nesta época, a autora desta dissertação não era mais estagiária do Colégio.

Mas, por outro lado, trabalhar apenas com os alunos com deficiência visual permitia desviar toda a atenção para este grupo e melhor conhecer suas especificidades. O trabalho fora de sala de aula e fora do Colégio também proporcionaria novas interações entre os alunos e o conhecimento de novos espaços. Outro aspecto importante é que o grupo misto e reduzido favorecia as trocas de experiências entre aluno–aluno, aluno–professor e vice-versa, permitindo uma maior flexibilidade do trabalho. Sendo assim, optou-se por aceitar este desafio e foram desenvolvidas quatro atividades.

Como objetivos, buscou-se detectar os interesses, as motivações e as expectativas do aluno cego, conhecer suas formas de perceber o mundo e testar possíveis caminhos para um aprendizado e um ensino efetivos. Pretendeu-se estabelecer um ensino lúdico e dinâmico e estimular a imaginação e a criatividade desse aluno. Primeiro, o descortinar da Astronomia, num espaço comum entre a Arte e a Ciência. Depois, a vivência da Mecânica num Parque de Diversões e, em terceiro, a experimentação dos fenômenos ondulatórios e eletromagnéticos num Laboratório de Física.

As atividades também podiam proporcionar o reconhecimento da própria identidade do aluno, da importância do exercício de seus direitos e deveres nos diferentes espaços visitados, a retomada da sua auto-estima e o estreitamento das relações com os próprios colegas.

Procurou-se fazer atividades desafiadoras e amplas, com a intenção de recolher dados sobre os alunos e sobre os seus conhecimentos e interesses, além de expor conteúdos que não são naturalmente abordados no Ensino Médio. Isto leva também a pensar que tipos de conceitos são realmente importantes para a formação do aluno cego.

Para atingir tais objetivos, optou-se por explorar as percepções tátil, auditiva e cinestésica, a vivência e o cotidiano dos alunos. Esta opção foi decorrente da própria experiência adquirida com o aluno cego e ela se transformou numa condições básica para a criação das atividades. Não se pretende com esta análise criar um modelo a ser seguido pelo professor, mas as reflexões feitas, voltadas para o aluno cego e o aprendizado de Astronomia e de Física, podem ser estendidas para os demais alunos e outras áreas.

Primeiramente, pensou-se que conceitos seriam importantes para começar a trabalhar com o aluno cego. Com a idéia de rede, na qual os conceitos (os nós da rede) se intercomunicam, pode-se partir de qualquer nó para começar o trabalho. Escolheu-se a Astronomia por ser um desafio; por enfatizar a percepção visual; por ser um assunto não tradicionalmente trabalhado no Ensino Médio e com a tendência de ser incluído; e, por último, por ter sido o assunto que despertou maior interesse dos alunos.

Com o conceito em mente, precisou-se criar estratégias para atingir os objetivos citados anteriormente. E foi a partir da experiência com os alunos cegos que se definiram alguns caminhos para ensiná-los. Sendo assim, das experiências e percepções do aluno cego, que são universais e ao mesmo tempo singulares, para cada grupo de alunos, as atividades sofrem modificações e se desenvolvem de acordo com as circunstâncias encontradas. No contexto desta pesquisa, as atividades desenvolvidas, que apesar de seguirem as mesmas concepções, possuem estilos diferentes. Caso o professor queira utilizá-las, será necessário adaptá-las para cada situação de sua sala de aula. Serão apontados, nos próximos itens, os caminhos seguidos em cada atividade.

## 2.2 – Atividade 1: Planetas: longe dos olhos, perto das mãos e da razão

Algo extremamente fascinante é olhar para o céu e desfrutar a sua beleza. Contemplar os seus mistérios e as grandes interrogações, que perpassam desde o movimento e a constituição dos astros até o nascimento e a morte das estrelas, sem deixar de perguntar sobre a origem e a formação do Universo e o desenvolvimento do próprio homem.

Atualmente são feitas muitas discussões de como incluir a Astronomia no Ensino Médio de forma significativa. A Astronomia e a Astrofísica, por si sós, já incentivam a curiosidade do aluno, mas não basta apenas falar de determinados fatos ou conceitos. Corre-se o risco de cair na situação rotineira de sala de aula, em que o encantamento natural desses fenômenos acabaria por perder terreno na discussão e construção do conhecimento, para a simples memorização ou transferência de alguns conceitos.

Como escreveu Rodolpho Caniato, “o conhecimento científico não deve substituir a sensibilidade à beleza”.<sup>1</sup> Deve, na visão do autor, compor-se com ela. “Dessa maneira não perdemos a poesia e a beleza do céu estrelado. Acrescentaremos outra beleza, a beleza de saber também como e por que brilham as estrelas...”<sup>2</sup>

Sendo assim, o aluno precisa vivenciar a experiência de olhar o céu, de (re)conhecer as estrelas, perceber o tamanho do Universo e as diversas perguntas que ainda precisam ser respondidas.

Como o aluno cego poderá vivenciar essas experiências? Estará excluído delas, ou será que existem outras maneiras de olhar o céu? Sabe-se, hoje, que a

---

<sup>1</sup> Rodolpho CANIATO, *O que é Astronomia*, p. 88.

<sup>2</sup> *Ibid*, p. 88.

Galáxia, a Via Láctea, é constituída por cerca de 125 bilhões de estrelas. Quantas se consegue ver? Será que o Sol e a Lua são do tamanho que são vistos? O cego enxerga mesmo tão menos que as pessoas que vêem? Ao olhar para o céu consegue-se identificar a que distância as estrelas estão da Terra? Na realidade, pode-se olhar para duas estrelas aparentemente bem próximas entre si no céu e a distância de uma delas em relação a Terra ser bem maior do que a outra, e a luz das estrelas que é vista agora pode ser de milhões de anos atrás. Consegue-se ver e identificar alguns astros no céu, porque eles são iluminados pelo Sol e refletem a luz neles incidente. É assim que a Lua e o planeta Mercúrio, por exemplo, são vistos. E não se consegue visualizar uma gama enorme de radiações provenientes dos astros. A visão pode, nesse caso, enganar ou mascarar o fenômeno, resgatando a concepção de Bachelard. Esse aspecto também foi abordado por Galileu Galilei que dizia que não deveria se confiar apenas nos sentidos. Dizia que era possível ver a Lua, mas não enxergar as suas crateras, a não ser por meio de um instrumento, a luneta. A luneta, para ele, não era apenas um mero auxílio para aumentar as imagens, era um instrumento para corrigir a visão.

Ao analisar o espectro eletromagnético (figura 23), verifica-se que a faixa do visível é bem pequena comparada com as outras faixas do espectro. Na realidade, só se consegue perceber duas faixas, a do visível e a do infravermelho (esta última é percebida pela sensação térmica da pele, comum também ao cego; ele pode sentir a radiação do Sol, por exemplo). Para todas as outras faixas do espectro os não cegos tornam-se cegos.

Torna-se cego para os inúmeros fenômenos e os mistérios do céu, mas é possível usufruir de outros instrumentos ou maneiras para observá-lo. Um bom exemplo disso é o crescente desenvolvimento da radioastronomia, uma nova área

da Astronomia que aumenta as possibilidades de informações de natureza astronômica. Antes, estava-se limitado às duas pequenas faixas do espectro eletromagnético. Hoje, com o desenvolvimento da tecnologia, pode-se perceber e mensurar radiações nas faixas que vão das ondas de rádio, passando pelas microondas e ultravioletas, até as ondas de raio X. Ou seja, mesmo de regiões do céu nas quais não é possível ver absolutamente nada, nem com os maiores telescópios óticos, pode-se receber informações através das ondas de rádio, e outras ondas diferentes do visível, emitidas pelos corpos (figura 24 e 25). Os não cegos são quase sempre cegos para as informações captadas pelos instrumentos da Astronomia Moderna.

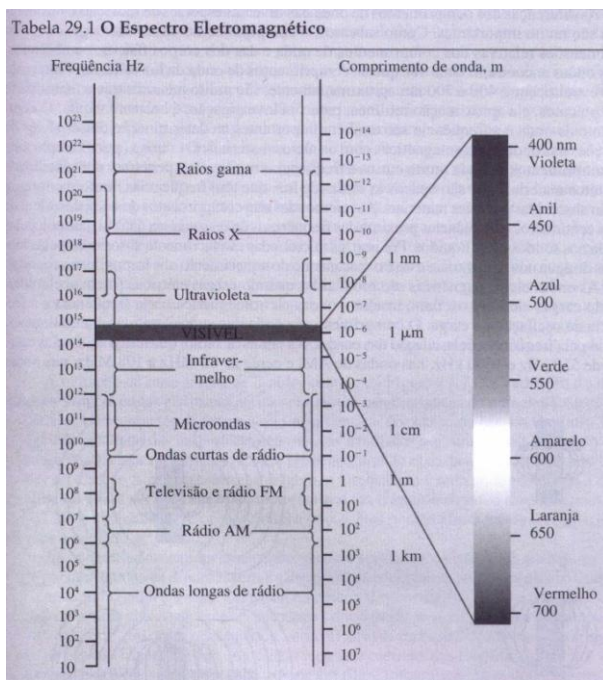


Figura 23 – Espectro Eletromagnético. Retirada do livro Física: Ótica e Física Moderna de Paul Tipler.

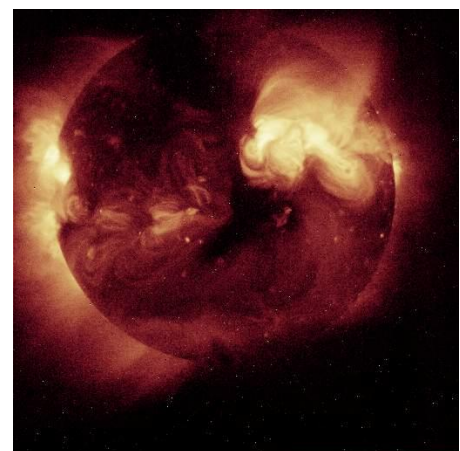


Figura 24 – Imagem de Raio X do Sol.

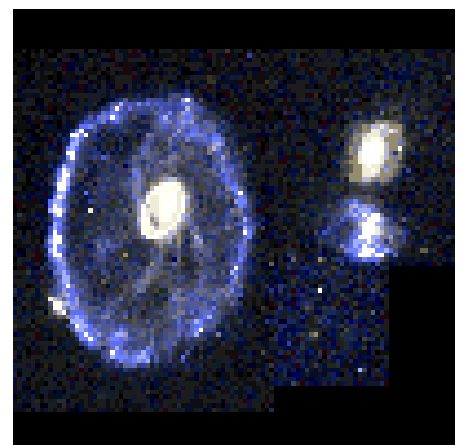


Figura 25 – Fotografia de uma Galáxia Conhecida como Roda de Carruagem.

Com as devidas adaptações, essas maneiras também podem ser utilizadas pelos cegos. Talvez ele, sendo mais livre para imaginar, sem as informações visuais, possa nos ensinar a ver e sentir um novo céu ou até mesmo perceber coisas em que nunca se tinha reparado. Mergulha-se, nesse caso, na concepção de Bachelard, em que se deve romper com a imagem ingênua, pois esta é muito presa à percepção dos objetos. “Conhecemos com a razão e as imagens devem ser entendidas como modelos de raciocínio, nunca de reflexos do real.”<sup>3</sup>

Por todas essas questões, construir uma concepção de mundo cosmológica, astronômica, é um desafio especial; pode-se, por exemplo, partir da percepção do cego e chegar à construção do modelo do Sistema Solar.

A atividade intitulada *Planetas: longe dos olhos, perto das mãos e da razão*, decorrente do curso de pós-graduação *A Aventura da Explicação: Ciência e Linguagem*<sup>4</sup>, buscava basicamente ser uma experiência marcante e inovadora para os participantes, e estabelecer uma interface entre Ciência e uma outra linguagem. Além disso, como trabalho de final de curso, a proposta precisava ser exequível dentro de sala de aula.

No desenvolvimento do curso, as discussões sobre as várias leituras que poderiam ser feitas entre a Ciência e as linguagens foram extremamente proveitosas, principalmente porque forneciam alguns caminhos que poderiam atender à demanda da política inclusiva.

Como trabalho final, a atividade foi realizada com os próprios alunos do curso, não cegos. Em seguida, optou-se por realizá-la com os alunos cegos. Por ser uma nova situação, uma outra realidade, era preciso repensá-la e verificar se seria

---

<sup>3</sup> Alice LOPES, *Bachelard: filósofo da desilusão*, p. 263.

<sup>4</sup> Curso de pós-graduação da USP, ministrado pelos professores Hercília Tavares de Miranda e Luís Carlos de Menezes, no segundo semestre de 1999.

necessária alguma modificação. Após confrontá-la com os objetivos iniciais, optou-se por não fazer nenhuma mudança, pois a atividade já havia sido estruturada pensando nos alunos cegos.

Realizou-se a atividade no Instituto Benjamim Constant, por ser um lugar conhecido dos alunos e de fácil acesso para eles. O Instituto se mostrou inteiramente solidário à realização deste trabalho, contribuindo com materiais e oferecendo um espaço físico apropriado. Com um total de nove alunos, dentre eles cinco cegos e quatro de baixa visão, previu-se uma duração de no máximo uma hora e meia para a atividade, que na prática durou cerca de duas horas.

Buscou-se abordar a escala de tamanho do Sistema Solar e a relação de massa entre os planetas do sistema, utilizando diversas linguagens (música, poesia, contos...), na tentativa de proporcionar ao aluno um aprendizado mais significativo. Através desta interface, foram mostradas outras leituras possíveis sobre a Ciência, que foi ressaltada como parte integrante da cultura.

Pretendeu-se explorar os outros tipos de percepção (tátil, auditiva, espacial etc.), igualmente importantes tanto para o aluno cego quanto para o aluno não cego dentro da sala de aula. Trabalhar com as diversas percepções proporciona ao aluno uma concepção mais ampla do mundo que o cerca.

Este tipo de atividade pode oferecer uma liberdade de criação, imaginação e produção junto à apreensão dos conceitos abordados. Tentando atingir tais objetivos, a atividade foi feita de forma flexível, visando a sua adaptação para qualquer faixa etária e para qualquer aluno, seja ele cego ou não. Através deste espaço para criação esperou-se atingir um melhor ensino para o estudante.

Inicialmente, discutiu-se com os alunos sobre as suas percepções em relação aos astros, como por exemplo, qual a idéia que eles fazem do Sol e dos planetas,



noções de *dia* e *noite* e os movimentos de translação e rotação da Terra, algumas noções adquiridas de séries anteriores. A discussão mostrou que os alunos possuíam uma certa dificuldade em descrever alguns desses conceitos e fenômenos, mas, por outro lado, demonstrou que os assuntos discutidos são de interesse e fazem parte do cotidiano deles. Algumas concepções, como a de que o Sol é uma grande bola de fogo, foram passadas a esses alunos sem os devidos cuidados; na realidade os alunos associavam o Sol a uma esfera perfeitamente lisa. No fundo essas concepções foram decoradas de séries anteriores, e eles não sabiam muito bem explicar por que são assim. Afirmaram que era difícil manter um diálogo com os outros professores e, portanto, na maioria das vezes, aceitavam as informações.

A atividade foi composta de vários momentos. Primeiramente, fez-se um convite aos alunos, uma viagem para o conhecimento dos planetas, com a letra da música Carimbador Maluco de Raul Seixas e uma história que pretendia incentivar a imaginação dos estudantes (nos anexos B.1.1 e B.1.2). No meio da história, propôs-se um desafio, ou seja, apresentou-se a relação da escala de tamanho entre os astros, por meio de 11 objetos, que representavam os nove planetas, o Sol e a Lua. Os alunos, previamente organizados em círculos, tentaram tatear os astros e perceber a relação entre eles. Ao terminarem, iam passando os astros adiante, até que todos tivessem sido tocados. Neste exercício, usou-se uma música como pano de fundo, “*The Flying Theme*”, tema do filme E.T.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Caso o professor esteja trabalhando com uma turma de alunos muito grande, ele pode dividi-la em grupos. Uma forma interessante de fazer a separação é usar balas ou bombons de tipos diferentes e pedir que cada aluno escolha um. Após a escolha, quem estiver com o mesmo tipo de doce forma um grupo. Esta é uma maneira de fazer com que os alunos interajam com os outros integrantes da turma e não só com os colegas usuais. É claro que, após a divisão dos grupos, os alunos podem degustar o doce escolhido.



Figura 26 – O grupo de alunos no momento de produção com massa de modelar.

Posteriormente, os alunos foram convidados a criarem algo relacionado à atividade, usando massa de modelar, canudinhos de refrigerante e palitos de dente. Neste momento de criação e introspecção do grupo, o aluno concretiza o que ele entendeu do que lhe foi apresentado, o que ele imaginou. Após a criação, os alunos tiveram que explicar ou descrever o que eles fizeram, momento importante para a troca de experiências.

A partir da escala de tamanho dos planetas (no anexo B.1.3), é possível representar os astros com vários materiais. Frutas, bolinhas de isopor ou de gude, sementes ou argila são algumas idéias para estruturar os planetas. Neste caso, preferiu-se utilizar a argila.

A estrela Sol foi representada por uma grande bola de assoprar, com um diâmetro de 80 cm. É importante dizer aos alunos que apenas a dimensão do Sol foi representada, pois a sua massa é da ordem de um milhão de vezes a massa da Terra, sendo por isto impossível simular a proporção. Houve uma certa dificuldade na hora de encher a bola de assoprar. A bomba de encher, levada para a atividade, quebrou, mas o problema foi resolvido com a ajuda do posto de gasolina que existe em frente ao Instituto Benjamim Constant. É importante lembrar para o professor que decidir aplicar a atividade, que leve uma bola a mais (caso a outra estoure) e um

aspirador de pó, cuja parte traseira pode ser utilizada para encher a bola. É uma forma de se prevenir diante de dificuldades práticas.

A poeira cósmica que forma os anéis de Saturno foi representada por arames (presos na esfera de argila) revestidos com grãos de areia. Fazer essas representações é difícil, pois pode-se passar idéias incorretas para o aluno. Logo, é preciso esclarecer o motivo de uma representação. Neste caso, por exemplo, conforme previsto por Maxwell em 1856, os anéis de Saturno não são rígidos, os *anéis principais são compostos por milhares de anéis estreitos, cada um deles feitos de fragmentos de gelo que vão desde as finas partículas até os grandes pedaços de diversos metros de diâmetro.*<sup>6</sup> Algumas regiões são mais densas que outras, dando aos fragmentos um aspecto de anéis. Mesmo assim, é importante fazer essas representações, pois ajudam o aluno a concretizar o que se pretende explicar, mas é preciso ter cautela na hora de estruturá-las.

No planeta Júpiter, o maior do Sistema, chumbinhos de pesca buscaram representar, mas não na escala correta, sua massa maior, pois possui cerca de 300 vezes a massa da Terra. Alguns chumbinhos também foram usados no planeta Saturno, pois este também possui uma massa grande. Para representar os planetas gasosos, como Urano e Netuno, usou-se algodão para revesti-los.

Também se realizou uma discussão sobre a comparação do tamanho do homem com o da Terra. Por exemplo, se o diâmetro da Terra fosse do comprimento de um campo de futebol (100 m), o homem seria bem menor que um simples grão de areia dentro deste campo, ou seja, da ordem de 0,01 mm. Uma outra comparação pode ser feita para dar uma idéia ao aluno do tamanho do nosso Sistema Solar. Se, agora, a Terra fosse do tamanho de uma laranja (cerca de 10

---

<sup>6</sup> Rodolpho CANIATO, *O que é Astronomia*, p. 42.

cm), o Sistema Solar seria do tamanho da ponte Rio–Niterói, no Rio de Janeiro (cerca de 10 km). Ao fazer essa comparação, o aluno pode ter uma melhor noção de quanto o homem é pequeno, *em seu insignificante grãozinho de poeira perdido pelo espaço, a Terra.*<sup>7</sup>

Construir este conhecimento, conhecer ou ter uma noção do tamanho do Universo é importante. Até o que se sabe hoje, o homem é um ser único, privilegiado por ter a capacidade de compreender a sua pequenez e por entender algumas partes do Universo. É, ao mesmo tempo, pequeno e universal, dentro da imensidão do Universo.

Tão importante quanto o desafio da atividade é o seu fechamento. Esta, em particular, foi finalizada com a letra da música “O Céu”, de Marisa Monte, e em seguida fez-se uma discussão sobre o assunto, buscando saber a opinião dos alunos, as possíveis curiosidades surgidas na atividade e algumas dúvidas pendentes. Os alunos estavam bastante informados dos assuntos sobre o Universo, tinham algumas dúvidas, mas estavam interessados em aprender. As questões formuladas foram muito além da escala de tamanho dos planetas, eles se mostraram interessados pela morte das estrelas, buracos negros, a expansão do Universo e até mesmo relatividade, temas que a princípio não fariam parte da discussão.

Pelo relato dos alunos, a atividade se mostrou inovadora, proporcionando surpresas em alguns aspectos. A própria disposição deles em sala de aula, sentados no chão em círculo, causou um certo estranhamento. Os alunos ressaltaram que esperavam uma aula tradicional, na qual os conceitos seriam transmitidos pelo professor utilizando o quadro e o giz.

---

<sup>7</sup> Rodolpho CANIATO, *O que é Astronomia*, p. 94 e 95.

A escala de tamanho dos planetas foi discutida à medida que eles foram tateando, e não após a manipulação dos modelos. Os alunos usam o tato como as pessoas que vêm usar a visão. Com a sincronicidade, a resposta e a observação são rápidas, tornando a discussão mais dinâmica. O tato investigativo para o cego é tão natural quanto a visão para o não cego, eles conseguem conversar, fazer perguntas, à medida e ao mesmo tempo que vão tateando. Isso exige uma atenção redobrada do educador, pois ele precisa perceber o movimento desses alunos na discussão. Ou seja, o educador precisa estar atento ao que o aluno está tateando e ao que ele está falando, para não ocorrer um truncamento nesse diálogo. Nesse tipo de atividade, é preciso prestar atenção no seu andamento em si, para fazer com que todos os alunos participem, principalmente das discussões.

O momento de criação dos alunos com a massa de modelar foi muito interessante. Eles aceitaram a tarefa de usar a massa e produziram além do esperado, propondo à educadora um novo desafio, o de descobrir o que eles haviam criado. Dizer o significado da sua produção era um outro desafio proposto aos alunos. Serão comentadas a seguir suas produções.



Figura 27 – Produção do aluno A4.

Alguns tentaram reproduzir a escala de tamanho dos planetas, como o aluno A4 (figura 27), que representou o maior e o menor astro (a estrela Sol e o planeta Plutão, respectivamente) da escala apresentada.

Algumas produções foram direcionadas para as características dos planetas. Por exemplo, o aluno A1 voltou sua preocupação para a Terra, ressaltando o pedaço de terra e os  $\frac{3}{4}$  de água que compõem a superfície do planeta. Ainda na produção do aluno A1, apareceram a indagação sobre a origem do Universo e a discussão sobre a existência de vida extraterrestre (figura 28). O aluno A2 também explorou esse tema, criando vários ETs, dentre eles, homem e cachorro com chifre e uma cobra com duas garras e dois chifres.

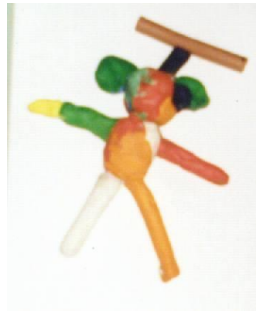


Figura 28 – Produção do aluno A1.

O aluno A5 (figura 29) fez uma ilha e refletiu um pouco sobre a história contada na atividade, comparando com o desenvolvimento do mundo atual e as transformações pelas quais ele passa.



Figura 29 – Produção do Aluno A5.

O aluno A3 (figura 30) contou uma história a partir da construção de vários personagens com a massa de modelar. Criou vários “bonecos”, alguns sem cabeça, outros com facadas no peito, para representar as mortes ocasionadas por uma grande batalha. Acrescentou que fez um guerreiro com uma espada, para vencer a batalha, ajudar as pessoas e salvá-las.



Figura 30 – Produção do Aluno A3.

Na discussão final, abordaram-se os assuntos levantados durante o exercício, juntamente com críticas e sugestões. Neste momento, os alunos comentaram sobre a atividade e os problemas enfrentados nas aulas convencionais, nas quais determinadas questões de seu interesse não são exploradas, ou ainda, são abordadas de forma desestimulante.

O professor Ildeu de Castro Moreira<sup>8</sup> acompanhou a parte final da atividade e contribuiu muito para a discussão com os alunos. Estes ficaram bastante à vontade com a presença do professor e não se intimidaram em fazer várias perguntas a cerca de teorias mais gerais sobre o Universo e a Teoria da Relatividade. Os alunos se mostraram estimulados pelos temas da ficção científica, o que norteou um pouco as perguntas. Tinham a curiosidade de saber se o que ouviam falar era realmente “verdade”. Questões sobre a expansão do Universo, o futuro do Sol, o nascimento e

---

<sup>8</sup>Professor Doutor do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

a morte das estrelas, a existência do buraco negro e de vida em outro lugar no Universo, foram as mais levantadas.

Alguns alunos fizeram comentários sobre a mudança de atitudes da educadora e a importância de ter pessoas que se preocupem com essas questões. Outros reforçaram o fato de a atividade explorar o lado lúdico, a sensibilidade e o *voltar a ser criança*, aspectos que são perdidos com o passar do tempo.

A atividade funcionou como um pano de fundo para a produção dos alunos. Alguns dados, como o de a massa de Júpiter ser cerca de 300 vezes a massa da Terra, que geralmente são apresentados ou impostos aos alunos, surgiram na atividade pelo interesse dos próprios alunos em saber os valores reais e em fazer uma relação com o que tinham tateado. Neste caso, os números passaram a fazer sentido.

Os alunos afirmaram que a música, a história e a massa de modelar ofereceram um espaço para soltar a imaginação. Ressaltaram que o contato com a Arte é uma forma mais “gostosa” de aprender, na qual eles puderam se expressar. Alguns se mostraram interessados em conhecer o planetário da cidade, enquanto outros sugeriram que este tipo de atividade também deveria ser feita com os alunos não cegos. A primeira sugestão foi um incentivo para se realizar uma futura atividade. A segunda sugestão foi aceita. Realizou-se a mesma atividade com alunos não cegos.

A atividade tátil de tamanho dos planetas foi desenvolvida com alunos não cegos pelo professor Marcos Tofoli<sup>9</sup>, em três turmas do primeiro ano do Ensino Médio numa escola regular, na cidade de Campinas, São Paulo. Buscando iniciar seus alunos no fenômeno da gravitação, o professor fez algumas modificações no

---

<sup>9</sup> Professor de Física e Mestrando em Ensino de Ciências na Universidade de São Paulo – USP.



exercício para contemplar a sua realidade de sala de aula. Com um grande número de estudantes, cerca de 45, o professor dividiu-os em grupos e o desafio da criação proposto foi o de desenhar sobre o que tinham vivenciado (alguns desenhos no anexo B.2.1). Além disso, uma das turmas participou do processo de construção dos planetas junto ao professor.

O professor Marcos propôs um questionário<sup>10</sup> para seus alunos, como forma de saber a opinião deles sobre a atividade (como exemplo, algumas das opiniões foram colocadas no anexo B.2.2). Verificou-se que os alunos não cegos também ficaram interessados pela atividade e comentaram sobre a dinâmica por ela estabelecida, diferente da que eles costumam experimentar na sala de aula. Pode-se observar que iniciativas feitas para os alunos cegos também contribuem para alunos não cegos, pois exploram os outros sentidos, sem excluir o sentido da visão e partem do referencial e da vivência dos alunos, o que possibilita estabelecer um diálogo mais efetivo.

Apesar de os alunos cegos corresponderem além do esperado, alguns aspectos foram repensados com a intenção de melhorar e focar um pouco mais os nossos objetivos. Algumas perguntas feitas ao grupo foram muito amplas, dificultando a percepção em relação à opinião deles e ao próprio entendimento do aluno, ocasionando respostas também muito gerais. A partir dessa constatação, centrou-se um pouco mais as discussões nas atividades seguintes, buscando identificar algumas percepções mais específicas dos alunos.

---

<sup>10</sup> O questionário foi elaborado pela autora desta dissertação.

### 2.3 – Atividade 2: Caminhando pelo Sistema Solar

A segunda atividade, *Caminhando pelo Sistema Solar*, foi realizada no Museu de Astronomia – MAST, próximo ao Colégio Pedro II e surgiu a partir da idéia dos próprios alunos, que queriam visitar o Planetário. Com a duração de aproximadamente três horas e meia, contou com a presença de doze alunos, dos quais cinco eram cegos, seis com baixa visão e um não cego. O número de alunos cresceu surpreendentemente, pois participaram agora os sete alunos da atividade anterior mais quatro alunos do próprio colégio. Uma aluna não cega foi também convidada por um dos alunos a participar. As atividades eram complementares, mas independentes; sendo assim, mesmo o aluno não tendo assistido à primeira conseguiria acompanhar a segunda. Durante a visita, contou-se com a colaboração do professor Ildeu de Castro Moreira, que participou das discussões e ajudou a orientar os alunos.

Continuar descobrindo as percepções dos alunos, complementar a primeira atividade e discutir outros conceitos eram metas que precisavam ser atingidas. Especificamente, o objetivo era abordar a escala de distância e o período dos planetas de forma dinâmica e enriquecedora.

Com o interesse e a disposição desses alunos, foi-se visitar o Museu, que a princípio parecia ser algo distante e inatingível para os cegos. Sendo um Museu de Astronomia, com recursos excessivamente visuais, os alunos achavam que nada poderiam aprender ou nunca foram realmente incentivados a conhecê-lo.

Precisou-se explorar o espaço do museu, verificar onde estavam as escadas e a localização de peças, banheiros e bebedouros, para que o aluno se sentisse mais seguro no novo ambiente. Na realidade, todas as pessoas fazem isso quando

chegam a lugar desconhecido. É tão natural que as pessoas acabam esquecendo que essas ações de reconhecimento do espaço, para melhor usufruí-lo, são realizadas. Para uma pessoa cega essas ações são mais evidentes e precisam ser correspondidas.

O museu foi muito receptivo para a realização da atividade, porém enfrentaram-se várias dificuldades como escadas sem corrimão, corredores estreitos, o que aumenta o risco de esbarrar nas peças, a inexistência de experimentos que ressaltam outras percepções além da visual, e a falta de informações e materiais em Braille. Isso mostrou que o Museu, como a grande maioria das Instituições similares existentes no Brasil, não está preparado minimamente para receber visitantes com este tipo de deficiência.

Após a exploração de parte do espaço do museu, trabalhou-se com alguns materiais<sup>1</sup> que serão descritos a seguir.

1- Primeiramente, foram apresentadas as órbitas planetárias do Museu para os alunos. Nos jardins do MAST existe um Sistema Solar em escala de tamanho e distância. As órbitas são marcadas no chão e, em cada órbita, existe uma coluna com o planeta em escala e a descrição de suas principais características (temperatura, distância, diâmetro, número de satélites). Após reconhecerem as órbitas, os alunos mediram as distâncias de quase todos os planetas (com exceção dos mais distantes) em relação ao Sol com os próprios passos. Além de perceberem a relação entre as distâncias, eles puderam se familiarizar um pouco mais com o espaço do Museu.

2- Em seguida, tiveram como desafio reproduzir o movimento de translação dos planetas e perceber quanto tempo o planeta levava para completar

---

<sup>1</sup> Os materiais foram elaborados pela autora desta dissertação.

uma volta, ou seja, descobrir o período dos planetas. Neste caso, dividiram-se os alunos em dois grupos. Enquanto um grupo representava o Sol e tentava perceber o movimento dos planetas ao seu redor, o outro representava os planetas. Para cada aluno deste grupo, foi dado um pequeno gravador (*walkman*) que continha uma gravação de um ritmo musical, que o aluno tinha que acompanhar ao caminhar para compor o movimento do seu planeta correspondente. Depois, inverteram-se os papéis dos grupos para que os alunos participassem das duas experiências. A tentativa era levar o aluno a perceber os movimentos dos planetas no Sistema Solar.

Desta forma foi possível discutir, por exemplo, os períodos dos planetas em relação ao ano terrestre. Discutiu-se também o porquê de os planetas seguirem determinadas órbitas, tanto na concepção de Isaac Newton, com a força gravitacional, quanto na concepção de Albert Einstein, com a curvatura do espaço. A história da ciência, neste caso, contribuiu para nortear a discussão. Foram abordadas também as características dos planetas e retomaram-se alguns temas, como a origem do Universo, as Galáxias e os buracos negros.

3- Novamente usufruindo das percepções táteis e auditivas dos alunos, visitou-se uma cúpula de observação do céu, onde os alunos, ao tatearem um antigo telescópio, puderam perceber as suas dimensões e discutir um pouco sobre o seu funcionamento.

4- Em seguida, os alunos participaram de uma experiência de som, no pátio do museu, que mostrava o princípio da antena parabólica, cujo funcionamento e aplicações foram discutidos. Dividiram-se os alunos em dois grupos. Um grupo ficava na fonte e o outro no receptor. Um aluno da fonte emitia sons ou palavras, que refletiam num anteparo e saíam paralelamente em direção a um segundo anteparo. Ao chegar neste, os sons refletiam novamente, convergindo para o

receptor, onde podia ser ouvida a mensagem emitida. Pôde-se, então, explicar a propagação das ondas sonoras e o efeito de concentração das antenas parabólicas.

Através deste sistema pudemos fazer uma analogia com o funcionamento do telescópio de reflexão, o qual concentra as ondas incidentes (provenientes de longas distâncias) através da reflexão. Dessa forma foi possível explicar a propagação de informação à distância por meio de ondas.

5- O passado das estrelas também pode ser explorado. Na experiência o *Trem de luz*<sup>2</sup>, feita apenas com clipes, um aluno fazia o papel de uma estrela emitindo sua luz (os clipes). Um outro, a uma certa distância, fazia o papel de receptor das informações. Os demais alunos eram responsáveis por levar os clipes ou os *pacotes de informação* para o receptor. Quando o *aluno-estrela* acabava de emitir sua luz, ainda chegava informação no aluno-receptor. Pôde-se, então, discutir o tempo que a luz vinda de uma estrela leva para chegar até nós e, conseqüentemente, a distância dessa estrela, medida em anos-luz. Discutiu-se a noção para o aluno de que o que é visto quando se observa o céu é na verdade o passado da estrela. Não temos respostas instantâneas. Se uma estrela morrer ou nascer hoje, só se saberá daqui a alguns milhares de anos.

6- Para mostrar a expansão do Universo, desenharam-se algumas *galáxias* com cola numa bola de assoprar. Criando este relevo, os alunos podiam tatear e perceber que, à medida que assopravam a bola, as galáxias se distanciavam, simulando o efeito de expansão.

7- Posteriormente, fez-se uma experiência para discutir as estações do ano. Com uma lâmpada de 500W representando o Sol e uma bola de plástico com um eixo representando a Terra, ilustraram-se os movimentos de translação e

---

<sup>2</sup> Experiência apresentada pelo Prof. Dr. João Canalle em sua oficina de Astronomia, realizada em fevereiro de 2000 na UERJ/RJ, na qual a autora desta dissertação participou.

rotação, as estações do ano, os solstícios e os equinócios. Colocando a mão nos hemisférios da Terra, com a palma voltada para o Sol (a lâmpada), os alunos podiam perceber a quantidade de calor que chegava. Além de perceber as diferenças na quantidade de calor recebida, podiam verificar a posição do eixo da Terra com sua inclinação em relação ao Sol.

8- Como fechamento da atividade, os alunos assistiram a uma palestra do Dr. Henrique Lins de Barros, que buscou sintetizar os conceitos abordados, como a origem do Universo, as dimensões do Sistema Solar e as características dos planetas, e responder às curiosidades dos alunos. Os alunos contribuíram com a palestra, questionando bastante na discussão com o professor.

A existência de outros sóis, outras galáxias e estudos buscando possíveis parceiros no Universo, são hipóteses e empreitadas que merecem ser discutidas com o aluno. Essa construção de vários séculos e as associações de símbolos e mitos existentes, juntamente com o céu e as estrelas, são, na realidade, a passagem pelas diversas culturas e suas possíveis transformações. O aluno cego também precisa conhecer essas concepções, ter noção de suas hipóteses e buscas, pois os homens não vivem independentemente. Há cerca de 10 bilhões de semelhantes ao redor de cada homem, a vida humana tem ligação com os outros seres animais e espécies vegetais, e todo este conjunto, o Universo, está interligado. Perceber estas conexões amplia a concepção de mundo do aluno, deixando-o mais livre para questionar e construir novos conhecimentos.

Os alunos se mostraram interessados e a participação deles foi fundamental para o desenvolvimento da atividade. A visita ao MAST extrapolou a discussão dos conceitos científicos envolvidos, ela tocou na questão da auto-estima e reforçou a

identidade deste aluno, que sentiu fazer parte deste espaço cultural. Ao tatear, ouvir e experimentar esta nova situação, o aluno também constrói conhecimento e se sente incluso na sociedade.

A visita também proporcionou repensar o espaço do museu, observar as dificuldades envolvidas e propor algumas alternativas. Observou-se que o MAST, como a grande maioria dos museus, não está preparado para receber a visita de pessoas com deficiência visual. Algumas iniciativas básicas deveriam ser tomadas, como, por exemplo, informações mínimas em Braille, condições físicas e de segurança e experimentos que explorem também a percepção tátil e auditiva dos frequentadores. Uma maquete que explorasse o espaço interno e externo do museu e uma réplica do telescópio em tamanho menor seriam boas formas de localização espacial e construção de dimensões, para facilitar a compreensão daqueles que tenham deficiência visual. Os alunos se mostraram interessados em realizar novas visitas ao Museu para conhecê-lo por inteiro. Afirmaram ser importante este tipo de atividade, e que foi interessante conhecer um novo espaço.

Na análise das duas atividades, percebeu-se que ambas continham uma grande quantidade de informação e abriram espaços para outros temas afins. À medida que o professor se empenha nesse tipo de atividade, abre espaço para o aluno perguntar sobre qualquer assunto, cria diversas possibilidades e precisa estar preparado para atender às expectativas surgidas.

Outro fato observado e que é preciso ressaltar é a necessidade de um acompanhante para auxiliar o professor nas atividades com os alunos cegos fora do estabelecimento escolar. Dentro da escola o professor pode escolher um aluno para ser monitor e auxiliá-lo nas tarefas. O trabalho com este grupo de alunos e este tipo de atividade exige muita atenção por parte do professor. É ele quem coordena,

orienta e media o grupo. Por exemplo, no início da primeira atividade, a educadora estava coordenando o grupo sozinha e precisou sair para levar um dos alunos ao banheiro, ficando o grupo por alguns instantes sozinho. Pode parecer um fato corriqueiro, mas aconteceu num dos momentos importantes da atividade. Julga-se necessária a presença de um acompanhante, pois ele proporciona maior flexibilidade ao professor e pode ajudar a orientar os alunos. O motivo da insistência nesse aspecto ficará mais claro para o leitor na descrição da atividade seguinte, com a apresentação de alguns cuidados necessários.



## 2.4 – Atividade 3: Percebendo a Mecânica num Parque de Diversões

O parque de diversões também pode ser um espaço para aprender Física. Os conceitos de Cinemática e Dinâmica, freqüentemente abordados dentro de sala de aula de forma desinteressante, podem ser trabalhados com estímulos e de maneira lúdica. Buscando estabelecer um significativo ensino da Mecânica com a participação ativa dos alunos, estimulou-se a descoberta das sensações e percepções no parque, que contribuem para estabelecer uma discussão sobre os conceitos envolvidos.

Esta terceira atividade, intitulada *Percebendo a Mecânica num Parque de Diversões*, partiu do interesse dos próprios alunos. Diante da motivação destes em conhecer o parque Terra Encantada, no Rio de Janeiro, optou-se por explorar alguns fenômenos físicos envolvidos em cada brinquedo do mesmo.

Antes de realizar a atividade, fez-se uma visita ao parque com o objetivo de conhecer todo o seu sistema, os brinquedos que seriam utilizados para fazer a atividade, verificar se havia algum procedimento específico para atender um grupo de estudantes com deficiência visual, sistemas de segurança e os eventuais cuidados a serem tomados com os alunos.

O pessoal do parque se mostrou bem receptivo. Eles possuem um pequeno programa informando as limitações para o uso dos brinquedos. Cada brinquedo possui uma placa restringindo ou não a participação de pessoas com problemas cardíacos, de coluna, gestantes, deficientes físicos e pessoas com alturas menores do que a estipulada. Este programa nos ajudou a selecionar alguns dos brinquedos para a atividade, mas sentiu-se a falta desse tipo de informação escrita em Braille, o que daria um pouco mais de liberdade à pessoa cega.

Quanto à segurança, observou-se que o parque tem um sistema normal de verificação das travas de cada pessoa no brinquedo, uma manutenção geral constante, além de possuir um pronto-socorro. Os movimentos de alguns brinquedos são mais bruscos, e esses cuidados são extremamente importantes e necessários para prevenir possíveis acidentes.

Diante desse quadro, mandou-se uma carta (no anexo B.4.1) ao Colégio Pedro II e aos pais, solicitando a liberação dos alunos. Junto à carta dos pais foi enviado um questionário (no anexo B.4.2) com o objetivo de verificar se, além da deficiência visual, o aluno possuía algum outro problema que restringisse a sua participação nos brinquedos. Apenas um aluno, com problema de coluna, ficou impossibilitado de utilizar dois dos brinquedos do parque. Houve uma boa aceitação por parte da escola e dos pais, e alguns destes entraram em contato para pedir mais informações e dar sugestões.

Com esta aceitação e a ajuda dos professores Leandro Calado<sup>1</sup> e Roberto Pimentel<sup>2</sup>, realizou-se a atividade com seis alunos do Colégio, dos quais três eram cegos e três possuíam baixa visão, e mais uma acompanhante de um dos alunos (figura 31).



Figura 31 – Foto do grupo reunido no Parque Terra Encantada.

<sup>1</sup> Licenciado em Física pela UFRJ e Doutorando em Oceanografia Física na USP.

<sup>2</sup> Professor do Colégio de Aplicação da UFRJ – CAP/UFRJ. Participa do projeto Ciência na Terra Encantada, como organizador das gincanas de Física.

Esta atividade foi dividida em dois momentos. O primeiro, dedicado à visita ao parque, e o segundo, a uma discussão com os alunos sobre os conceitos físicos presentes em cada brinquedo. Optou-se por essa divisão porque a atividade seria longa. Só o primeiro momento levaria uma tarde inteira, e não seria interessante interromper a visita no meio da discussão.

A visita ao parque durou cerca de cinco horas. Após as tarefas básicas (colocação dos materiais escolares no armário e ida a banheiro, bebedouro e telefone), apresentou-se uma maquete do parque aos alunos (figura 32). A maquete tinha por objetivo permitir aos alunos identificar e se localizar espacialmente e dar uma breve noção das dimensões e das dependências do parque. Ela continha os principais pontos do local: a entrada, o lago, brinquedos, pronto-socorro, banheiros e telefones. Para identificar cada ponto, utilizaram-se diferentes materiais (cartolina, papel camurça, papel pardo e lixa), tamanhos e formatos (triângulos, quadrados e irregulares), para que o aluno cego pudesse explorar a maquete com o tato.



Figura 32 – Maquete apresentada aos alunos.

Depois do reconhecimento do espaço, os alunos foram levados para experimentar cada brinquedo. De cada um, descreveram-se os detalhes mais importantes, para que o aluno tivesse uma noção do que iria acontecer. As pessoas que vêm recebem essa noção rapidamente pelo sistema visual e podem se

preparar para enfrentar o desafio. Já o aluno cego, sem poder, nesta situação, usar sua percepção tátil para perceber o brinquedo como um todo, fica diante de uma situação inesperada. Desta forma, foi preciso fornecer elementos para que o aluno cego se sentisse mais seguro e confiante.

Os alunos também foram informados dos devidos cuidados que deveriam tomar durante a utilização dos brinquedos, e coube ao professor ajudar os funcionários do parque a verificar a trava de segurança de cada atração. A ida ao brinquedo era evidentemente voluntária, cabia ao aluno decidir se gostaria de participar ou não.

Seguiu-se uma certa ordem na apresentação dos brinquedos. Alternaram-se os mais abruptos com os mais amenos. Essa foi uma maneira de evitar possíveis indisposições nos alunos durante a atividade. Para contribuir com esta prevenção, sugeriu-se aos alunos que lanchassem só no final da atividade.

Durante a atividade, os alunos ficaram bastante empolgados, andaram em média duas vezes em cada brinquedo e se interessaram pelas sensações e pelos fenômenos físicos; quiseram saber a que altura eles estavam do chão e a velocidade do brinquedo, por exemplo. Esse foi um aquecimento para o segundo momento da atividade. Alguns manifestaram certo receio no uso de alguns brinquedos por serem muitos bruscos, mas, no geral, os alunos demonstraram confiança e aproveitaram cada momento do parque.

O segundo momento da atividade, a discussão, foi realizada na semana seguinte. Inicialmente, perguntou-se aos alunos o que acharam da visita ao parque e que tipo de brinquedo os interessou. Em seguida, foram discutidos os fenômenos físicos envolvidos em cada brinquedo.

A discussão foi muito produtiva. Dos que foram ao parque, cinco participaram da discussão. O diálogo se deu de forma livre, com os questionamentos dos alunos e suas associações. Com todos os brinquedos e as sensações vivenciadas, foi possível discutir vários fenômenos físicos envolvidos e associá-los com a Astronomia e outros fatos do dia – a – dia.

A seguir, apresentam-se os brinquedos que foram experimentados e discutidos, na ordem em que fizeram parte da atividade, e alguns fenômenos a eles associados:

#### 1 – O *Tornado*

O *Tornado*, primeiro brinquedo a ser visitado, possui duas fileiras de cadeiras em formato de balanço. Faz um movimento giratório associado a um movimento de sobe/desce. Ao girar, a cadeira na qual se está sentado é inclinada para fora e, junto ao movimento de sobe/desce, tem-se a sensação de estar voando ou de estar preso num verdadeiro elástico.

O brinquedo possibilitou a discussão dos conceitos de aceleração, força centrífuga e rotação. Também permitiu uma analogia com o movimento descrito pelo planeta, que segue uma determinada órbita. Nesse caso, reportou-se a algumas questões levantadas na atividade 1, de Astronomia.



Figura 33 – O Tornado do Parque Terra Encantada.

## 2 – As Corredeiras

O parque possui um rio artificial com corredeiras e alguns obstáculos. Para atravessá-lo faz-se uso de uma grande bóia inflável, com uma capacidade de oito pessoas aproximadamente.

Neste caso, discutiram-se conceitos como: o Princípio de Arquimedes, pressão e densidade. Novamente foram feitas associações com a Astronomia, relacionando estes conceitos com a densidade e o volume do planeta Júpiter, um dos que mais levantou a curiosidade dos alunos na atividade 1.



Figura 34 – As Corredeiras do Parque Terra Encantada.

## 3 – A Caravela

A *Caravela* funciona como um grande pêndulo, fazendo seu movimento de vai-e-vem. Perfeito para se discutir as transformações de energia cinética e potencial, velocidade e aceleração, e explorar os conceitos básicos (período e frequência) de oscilações.





Figura 35 – A Caravela do Parque Terra Encantada.



Figura 36 – Os alunos na Caravela.

#### 4 – A Fórmula TE

A auto-pista proporcionou aos alunos a experiência de dirigir, além de ter motivado uma grande competição entre eles. As sensações levaram à discussão da primeira e terceira Leis de Newton, Lei da Inércia e da Ação e Reação, colisões e conservação de energia e momento linear.



Figura 37 – A Fórmula TE do Parque Terra Encantada.

#### 5 – O Monte Makaya e o Monte Aurora

O *Monte Makaya*, a montanha russa mais emocionante do parque e um dos brinquedos mais requisitados pelos alunos, possui dois *loopings* e um parafuso, no qual ficamos quatro vezes de cabeça para baixo.

Este brinquedo gerou uma ótima discussão, os alunos quiseram saber sobre todo o seu funcionamento e participaram da exposição dos conceitos de transformação de energia, força e velocidade. Os princípios discutidos no *Monte Aurora* são os mesmos do *Monte Makaya*.



Figura 38 – O Monte Makaya do Parque Terra Encantada.

#### 6 – A Vitória-Régia

A *Vitória-Régia* gira sobre seu próprio eixo e está sobre dois discos giratórios descentrados e com velocidades diferentes. Fez-se uma associação entre este brinquedo e o movimento de translação e rotação da Lua em torno da Terra e em torno do Sol.



Figura 39 – A Vitória Régia do Parque Terra Encantada.



### 7 – O Cabhum

Um gigantesco elevador despenca de uma altura de aproximadamente 80 m, sendo amortecido no final da queda. Tão requisitado quanto a montanha russa, o *Cabhum* possibilitou discutir os conceitos presentes na queda livre e transformação de energia. O amortecimento e o funcionamento do freio também foram ressaltados na nossa discussão.



Figura 40 – O Cabhum do Parque  
Terra Encantada.

Todos esses brinquedos e as sensações vivenciadas possibilitaram a discussão de vários fenômenos físicos envolvidos e associar alguns com a Astronomia e outros fatos do cotidiano.

Os alunos afirmaram que foi mais fácil discutir os conceitos depois de terem experimentado os brinquedos no parque. Acharam que foi uma forma mais dinâmica de aprender Física, diferente da excessiva ênfase em fórmulas e símbolos, muitas

vezes apresentados sem fundamento. Ressaltaram, também, ser importante o uso da maquete no início da atividade, mas sugeriram a colocação de uma legenda em Braille para facilitar a sua utilização.

A divisão da atividade em dois momentos também foi aprovada pelos alunos. Eles acharam importante, pois tiveram um tempo para refletir sobre os brinquedos e as questões envolvidas.

## 2.5 – Atividade 4: Outras Percepções num Laboratório de Física

Formular hipóteses, experimentar, testar e duvidar são algumas ações necessárias para a busca do conhecimento científico. Muito importante na Ciência, a experimentação permite testar modelos, ajuda a comprovar hipóteses, além de contribuir para os grandes avanços no ramo tecnológico. A educação deve também fornecer esses elementos para o educando e, conseqüentemente, para a formação do aluno com deficiência visual.

O aluno cego se torna, em alguns momentos, um experimentador no seu cotidiano, com a identificação de texturas e os variados sons, aromas e gostos, e aproveitar essas percepções pode contribuir para o seu aprendizado de Física.

Diante desses aspectos e do interesse do aluno por atividades mais práticas e dinâmicas, optou-se por realizar essa atividade num laboratório e escolheu-se o Laboratório Didático do Instituto de Física – LADIF, na Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Fez-se uma visita ao mesmo, antes de realizar a atividade, para selecionar os experimentos que seriam utilizados.

A atividade *Outras Percepções num Laboratório de Física* contou com a presença de três alunos, sendo dois cegos e um com baixa visão, e mais uma acompanhante de um dos alunos. O número reduzido de alunos, ocasionado pelo imprevisto de uma forte chuva, não impediu a atividade, embora a tenha prejudicado. Mas, mesmo assim, os poucos que compareceram proporcionaram uma discussão intensa. Não adiamos a atividade a pedido dos próprios alunos, que estavam bastante interessados.

O Colégio contribuiu novamente, oferecendo o transporte escolar, e o Laboratório se mostrou bastante receptivo. A atividade contou com o auxílio do monitor do laboratório Ualax Silva Brum e do professor Ildeu de Castro Moreira.

Utilizaram-se duas das dependências do LADIF: o salão principal, com experimentos de Mecânica e Ondas, e a sala de Eletromagnetismo. Alguns dos objetivos eram orientar o estudo para os conceitos já presentes no Ensino Médio e tentar ensinar esses conceitos de forma dinâmica e lúdica.

O Eletromagnetismo presente no cotidiano, por exemplo, em motores, antenas e eletrodomésticos, e a Mecânica, nos automóveis, num navio ou numa ponte, são responsáveis por parte das transformações tecnológicas existentes hoje. É claro que outros conceitos igualmente importantes, como os da Óptica e da Acústica, poderiam ser trabalhados, mas exigiriam uma melhor adaptação nos experimentos e, conseqüentemente, um pouco mais de tempo para se realizar a atividade. Sendo assim, o trabalho com eles foi adiado para uma futura ocasião.

Na realização da atividade, apresentou-se inicialmente cada peça do experimento para os alunos tatearem. Em seguida, mostrou-se como o experimento funcionava e discutiram-se os fenômenos físicos envolvidos. O aluno também tinha espaço para experimentar e fazer perguntas e associações.

Descrevem-se, a seguir, os experimentos na ordem que foram apresentados aos alunos e com algumas observações:

#### 1 – O Motor Elétrico

Com o *motor elétrico*, composto por uma pilha, uma bobina (um fio de cobre enrolado) e um ímã, pôde-se discutir o seu funcionamento, os conceitos de corrente elétrica e força eletromagnética e suas possíveis aplicações. Nesse experimento, um

dos alunos fez vários testes, com e sem ímãs ou com ímãs diferentes, para verificar a veracidade do que se estava falando. No decorrer do experimento, questionou bastante o funcionamento do motor.

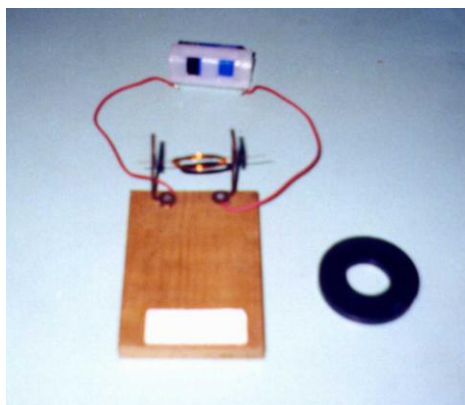


Figura 41 – O Motor Elétrico do Laboratório Didático do Inst. de Física - LADIF.

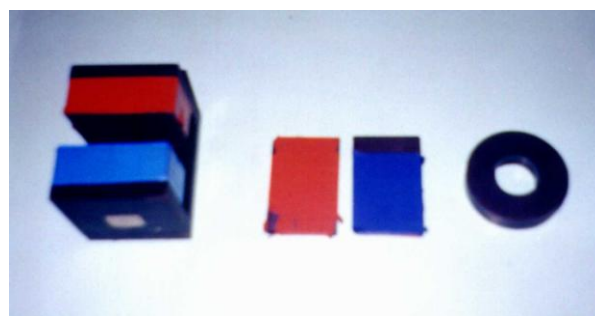


Figura 42 – Alguns ímãs do LADIF.

## 2 – A Lei de Faraday

Composto por um suporte com uma haste de cobre, uma fonte e um ímã, este experimento possibilitou discutir os conceitos de força e indução eletromagnética. Um dos alunos, durante a manipulação do experimento, percebeu um leve aquecimento da fonte e questionou este fato, originado uma discussão sobre a dissipação de energia.

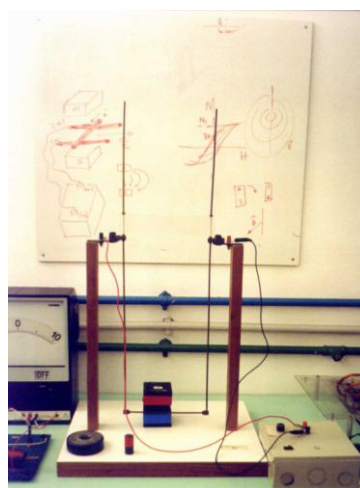


Figura 43 – Lei de Faraday. Experimento do LADIF.

### 3 – O *Van der Graff*

O *Van der Graff*, um dos experimentos mais *eletrizantes* do laboratório, incentivou a participação dos alunos. Esse experimento, que deixa eriçados os cabelos de quem nele toca, foi bem percebido pelo aluno cego e permitiu a discussão dos efeitos da eletrostática.

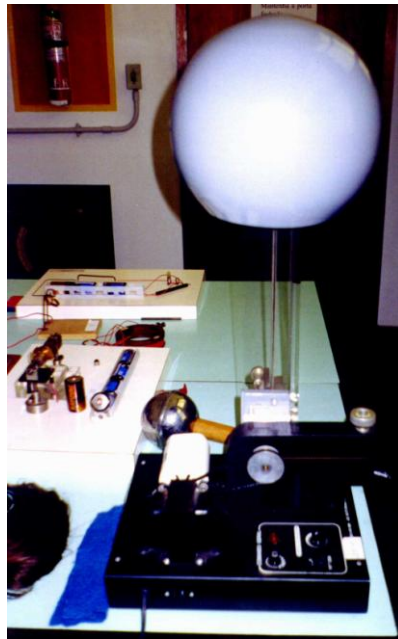


Figura 44 – Van der Graff do Laboratório Didático do Inst. de Física - LADIF.

### 4 – A *Eletrização por Atrito*

Com bastões de PVC, flanela e uma bola de isopor pendurada num suporte, conseguiu-se complementar o *Van der Graff* e explicar os tipos de eletrização. Neste experimento os alunos se sentiram bastante à vontade para testar e fazer perguntas.

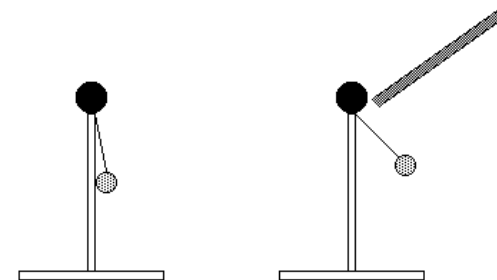


Figura 45 – Eletrização por Atrito. Ilustração cedida pelo LADIF.

### 5 – O *Passarinho*

O *passarinho*, muito presente nas feiras de Ciência, pode ser segurado com a ponta dos dedos apenas pelo bico. Isso proporcionou discutir os conceitos de equilíbrio e de centro de massa.



Figura 46 – Passarinho. Experimento do LADIF.

### 6 – A *Absorção*

Com uma luminária presa num suporte e duas lâmpadas sem bulbo, sendo uma pintada de preto e a outra pintada de branco, introduziu-se a discussão dos conceitos de absorção, reflexão e radiação. Ao direcionar a luminária para as lâmpadas, o aluno pôde perceber tateando que a pintada de preto esquentava mais (absorveu mais a radiação térmica) que a pintada de branco (refletiu mais a radiação térmica).



Figura 47 – Absorção. Experimento do LADIF.

### 7 – A Corda Vibrante

A corda vibrante tem uma de suas pontas tensionada por uma massa de 100g, e a outra acoplada a um vibrador ligado ao computador, com o qual se pode variar a frequência e a amplitude da onda a ser propagada.

Com esse experimento, pôde-se discutir a propagação de ondas e suas propriedades básicas. Através do tato, os alunos podiam perceber os modos normais (nó) e as cristas das ondas propagadas. O nó é o local da corda onde as ondas se anulam, vibrando pouquíssimo. Pode-se assim, generalizar e dizer que nesse ponto a vibração é nula, comparada ao resto da corda. Um dos alunos cegos questionou bastante este tópico, pois ele conseguia perceber com facilidade a pequena vibração no nó, o que tornou a discussão mais interessante.

### 8 – A Mola

Para complementar a experiência da corda vibrante, utilizou-se uma mola grande. Com ela, o aluno podia produzir a sua própria onda e perceber a sua reflexão quando a ponta oposta estava fixa. Depois que a onda bate num obstáculo e é refletida, ela retorna invertida, e isto era facilmente percebido pelo aluno cego através do tato.

### 9 – A Cadeira Giratória

A *cadeira giratória* é um dos experimentos fascinantes da Mecânica. O aluno senta na cadeira segurando um haltere em cada mão. Quando o monitor gira a cadeira, o aluno faz o movimento de fechar e abrir os braços e pode perceber que a sua velocidade de giro aumenta e diminui (respectivamente). Com essa experiência, pôde-se discutir o conceito de conservação de momento angular (figura 48).



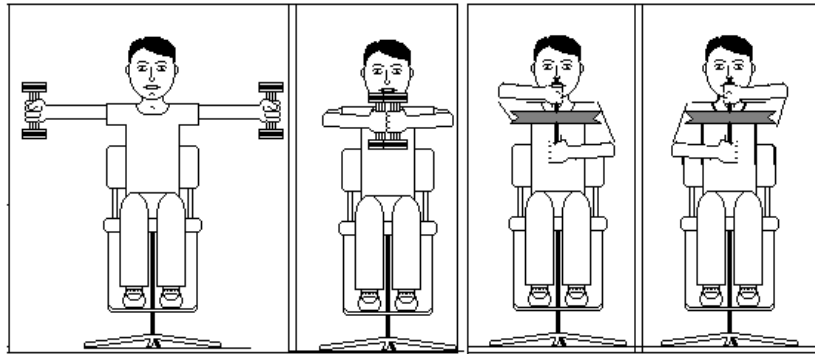


Figura 48 – Cadeira Giratória. Ilustração cedida pelo LADIF.

### 10 – A Roda de Bicicleta

Esta roda possui um eixo para facilitar o seu manuseio e com ela podem ser feitas duas experiências. A primeira é com a própria roda, o monitor pede para o aluno segurar o eixo e gira a roda de bicicleta. Em seguida, pede-se ao aluno para movimentar a roda para cima e para baixo e perceber a força que é necessária para movimentá-la.

Na segunda experiência, usou-se a roda e novamente a cadeira giratória. O aluno senta na cadeira segurando a roda de bicicleta na posição horizontal e o monitor gira a roda. Pede-se ao aluno para colocar a roda na posição vertical e depois girá-la 180 graus. Com isso a cadeira na qual o aluno está sentado gira no sentido oposto ao da roda.

Essas experiências ajudaram a explicar os conceitos de conservação de momento angular e torque.

Para finalizar a atividade, decidiu-se propor um desafio para os alunos cegos, envolvendo a marcação de coordenadas no eixo cartesiano. Percebe-se entre os alunos com deficiência visual uma certa dificuldade na abordagem de gráficos.

Estes, na maioria das vezes, são feitos em alto-relevo e apresentados ao cego, e não desenhados pelo próprio, o que seria uma boa experiência para o aluno.

Numa mesa de sinuca marcaram-se os pontos dos eixos X e Y com pedaços de fita crepe e sugeriram-se algumas coordenadas para o aluno localizar na mesa e marcar com bolas de sinuca. Em seguida, propôs-se uma função e pediu-se para o aluno fazer o gráfico correspondente com as bolas de sinuca.

Essa experiência foi interessante, pois o aluno pôde sozinho montar o seu próprio gráfico. Isso faz pensar em possíveis estratégias para se trabalhar esse tipo de conceito em sala de aula. Seria importante também explorar melhor a idéia do próprio aluno cego construir um experimento, ou seja, estabelecer condições para que este educando crie, ampliando o seu conhecimento.

No geral, essa atividade proporcionou ao aluno cego o conhecimento de um novo espaço e a aproximação dos fenômenos físicos por um lado prático e lúdico. Através da experimentação ele pôde discutir e associar os fenômenos com o seu cotidiano e vice-versa.

### III – REGISTROS E REFLEXÕES

#### 1 – Reflexões dos Registros dos Professores, Alunos e Pais<sup>1</sup>

Apresentam-se aqui as principais opiniões dos professores, alunos e pais diante das situações enfrentadas na escola e das atividades realizadas neste trabalho. Essas opiniões foram coletadas a partir de um questionário (no anexo B.5) que buscava, de uma forma geral, avaliar a prática da pesquisa, descobrindo elementos que indicassem: o significado do trabalho para as pessoas que dele participaram, as dificuldades encontradas pelos diferentes participantes e o que poderia ser feito numa futura continuidade do trabalho.

##### 1.1 – Depoimento dos Professores

Foram feitas 10 perguntas para os professores (no anexo B.5.1), envolvendo a análise das dificuldades encontradas, tanto nos aspectos gerais, quanto nos conteúdos científicos específicos, as soluções seguidas e a possibilidade de se construir uma prática de atividades que contemplem a participação dos alunos com deficiência visual numa classe regular.

---

<sup>1</sup> Os nomes dos professores, alunos e pais serão omitidos nesta pesquisa. Cada qual será identificado, respectivamente, por P1,P2..., A1, A2,... e R1, R2,...e assim sucessivamente.

O foco do questionário foi direcionado para os professores da área de ciências e matemática. Mesmo tendo como objetivo central desta dissertação a área de ensino de Física, era importante conhecer as dificuldades e as soluções encontradas nas áreas afins.

Cada professor do grupo de aproximadamente 40, que compõe o quadro das disciplinas de Biologia, Física, Matemática e Química do Colégio Pedro II, já teve pelo menos um aluno com deficiência visual em sua sala de aula. Com o questionário foi possível conseguir as respostas de quinze professores, sendo um coordenador de Educação Especial, seis de Física, três de Química, três de Matemática e dois de Biologia. Percebeu-se uma certa resistência dos professores, considerada natural por ser uma situação nova, no preenchimento do questionário, mas alguns foram receptivos e se interessaram em saber mais detalhes das atividades realizadas.

Com relação às dificuldades enfrentadas, a grande maioria dos professores apresentou a falta do sentido visual como um problema importante para o processo de ensino e aprendizagem. A distribuição espacial em citologia, modelos e esquemas atômicos, símbolos, gráficos, vetores e geometria espacial são alguns conteúdos específicos citados pelos professores como problemáticos e que merecem uma atenção especial. O conceito e o uso dos gráficos, por exemplo, apareceram como uma dificuldade nos questionários de quase todos os professores de Física e de Matemática. Alguns não conseguiram utilizá-los com os alunos cegos e trocaram as questões que envolviam gráficos, conforme expresso no relato abaixo:

*P9- A maior dificuldade era nos assuntos de geometria e os que requeriam gráficos. Na parte de geometria procurava trazer os sólidos geométricos para que*

*os alunos manipulassem, na parte de gráficos não consegui solucionar e troquei as questões desses alunos. [Professor de Matemática]*

Alguns professores tentaram fazer os gráficos em alto-relevo, além de uma descrição detalhada, transpondo o conteúdo gráfico para texto, tentando minimizar as dificuldades. Isso pode ser verificado nos trechos:

*P4- A apresentação dos conteúdos que despendiam de informações visuais era feita com mais detalhamento e buscando descrever, sem exageros, o que estava representado no quadro. Quando possível, o aluno desenhava gráficos em folha própria (...) [Professor de Física]*

*P6- A Física utiliza muitos procedimentos gráficos, o que causa muitas dificuldades. Procurava dar um atendimento diferenciado, fazendo figuras em alto-relevo, falando pausadamente... [Professor de Física]*

Os professores de Biologia e Química ressaltaram a dificuldade na compreensão de modelos que são apresentados com base na visualização espacial, como por exemplo a estrutura atômica ou molecular. Isso pode ser exemplificado pelos relatos:

*P1 - Muitas disciplinas exigem pensamento abstrato com tridimensionalidade, o que é muito difícil de solucionar: como se explica um modelo de proteína sem uma visão espacial? [Professor de Biologia]*

[Note-se que o professor acha que a visão espacial é indispensável para a percepção/entendimento da tridimensionalidade.]

*P12- São muitas [dificuldades], principalmente quanto à compreensão das estruturas, modelos e esquemas atômicos, distribuição eletrônica etc. (...)  
[Professor de Química]*

Alguns professores tentaram resolver este tipo de problema construindo modelos tridimensionais para que os alunos, por meio do tato, pudessem ter uma melhor noção do conteúdo abordado.

Outro aspecto importante ressaltado pelos professores, cerca de 2/3 do grupo, foi a falta de materiais didáticos e sua importância no trabalho com esses alunos. Alguns tentaram resolver o problema improvisando ou levando material de outros lugares. Os trechos abaixo mostram isso:

*P9 - A grande dificuldade é a falta de materiais adequados que substituam as figuras, gráficos e esquemas para os alunos com deficiência. [Professor de Matemática]*

*P11 - A maior dificuldade encontrada foi a falta de material adequado para esses alunos. A solução foi criar material específico para trabalhar com gráficos, geometria espacial, etc. [Professor de Matemática]*

Quase metade das respostas apresentaram comentários sobre a falta de qualificação do professor para enfrentar essa nova situação, ressaltando a importância de seminários e de cursos de aperfeiçoamento, como pode ser verificado nos trechos a seguir:

*P1 - Já fiz várias referências em conselho de classe sobre a necessidade de uma qualificação do professor para trabalhar com estes alunos. Seria interessante poder contar com seminários, por exemplo, de pessoas que tenham*

*esta experiência para nos passar idéias e sugestões. [Professor de Biologia]*

*P12 - Acho válida a idéia de juntar os alunos com deficiência aos demais, porém, acredito que o nosso docente não está capacitado para lidar com tais dificuldades; por mais cuidado que tenhamos, fica difícil dedicar uma atenção especial a tais alunos, atenção esta que é imprescindível a eles. Involuntariamente nos vemos falando frases do tipo: “Olhem todos aqui para o quadro, prestem bastante atenção”. [Professor de Química]*

A sensibilização/conscientização das pessoas para o trabalho com os alunos cegos foi um aspecto levantado por apenas dois professores. Eles evidenciaram a importância de se vencer uma grande resistência dos próprios professores, que muitas vezes dificulta o desenvolvimento de um trabalho significativo com o aluno. Isto pode ser observado no trecho:

*P5 - É um trabalho árduo, pois encontra muitas resistências por parte dos próprios professores. É importante a escola investir nessa conscientização. [Professor de Física]*

A interação professor/aluno foi indicada por dois professores, e apenas um deles ressaltou a importância desta relação no ensino do aluno cego:

*P5 – A solução, quase que no seu todo, resulta de uma atenção especial, mais demorada, paciente e com amor. [Professor de Física]*

Outros professores sugerem o incentivo ao trabalho dos estagiários e uma melhora na infra-estrutura (informática, convênios com outras instituições

especializadas etc.) como forma de melhorar o ensino do aluno com deficiência visual. Isto está presente nos próximos relatos:

*P13 – Realmente, verifica-se que é mais complicado passar o conteúdo para estes alunos, e isto poderia ser melhorado com atividades, material, acompanhamento, sem deixar de lado o fato de que os professores tem que ter a seu lado uma boa estrutura para poder trabalhar bem isso, o que ainda é novidade para muitos (inclusive eu). [Professor de Química]*

*P14 – A presença dos estagiários, reforçando a prática do professor é de muito grande ajuda para o processo educacional, facilitando a compreensão dos deficientes visuais. [Professor de Química]*

Descobriu-se durante a aplicação dos questionários que os alunos são dispensados pela escola das aulas de desenho. Numa conversa com professores desta disciplina, procurou-se conhecer especificamente os motivos dessa dispensa. Eles afirmaram que trabalhar desenho com os alunos cegos não é possível, pois envolve atividades práticas, o trabalho com escalas e a tridimensionalidade, e da forma que é apresentada aos alunos não corresponde aos interesses e as necessidades do cego, tornando-se difícil o seu processo de ensino. Por isso a disciplina foi excluída do programa desses alunos.

A partir disso, algumas questões importantes devem ser levantadas: o estudo do desenho é de fato tão “visual”, a ponto de não fazer sentido incluí-lo no ensino do aluno cego? O que, quando e como ensinar para estes alunos? Será que o desenho não poderia contribuir na compreensão de elementos de outras disciplinas? Qual o papel do desenho na escola?

A forma como os conceitos e técnicas têm sido apresentados no desenho fundamenta-se exclusivamente no visual. Mas será que não poderiam ser



trabalhados com o cego, utilizando-se outros recursos? Considerando as experiências relatadas anteriormente, acredita-se que seja possível transformar as aulas de desenho, de forma que elas sejam significativas para o aluno cego. Alguns temas podem ser explorados, como a localização espacial, que contribui para a orientação e mobilidade do aluno cego. Noções de escala, de profundidade, distância de um objeto e projeção são importantes para o aluno, e deveriam também ser exploradas. Por exemplo, se o aluno quiser montar uma caixa com uma das faces inclinadas ou quiser saber a posição da maçaneta de uma porta entreaberta, precisará de uma noção mínima do conceito de projeção.

Apenas o desenho em alto-relevo, embora útil em muitos casos, nem sempre acrescenta informações importantes para o aluno cego, além de ser trabalhosa toda a sua construção. É necessário pensar elementos básicos para que o aluno aprenda os conceitos envolvidos, atribuindo um significado para o desenho que ele fez. Por exemplo, simplesmente transformar o desenho artístico em alto-relevo não tem muito significado para o cego, pois se a visão percebe melhor o contorno, o tato percebe melhor a textura e os pontos. É difícil construir uma equivalência direta entre esses sentidos. Isso explica o porquê de as letras em tinta não serem apenas colocadas em alto-relevo, pois é mais difícil perceber os contornos, e os pontos em Braille permitem uma leitura mais rápida. Nesse sentido, mesmo a prática da aula de desenho precisa ser repensada, de forma que tenha uma utilidade para o aluno.

Os gráficos, por exemplo, usados em Física, em Matemática e no próprio cotidiano merecem um cuidado especial. Muitas questões que envolvem gráficos são reescritas, quando não são excluídas, para o aluno cego, não se levando em consideração que esses alunos possam futuramente precisar das noções desse conteúdo. Sem dúvida é papel da Física e da Matemática trabalhar isso, e o

desenho talvez pudesse contribuir nesse sentido também. Essas são apenas algumas questões que merecem um estudo mais aprofundado, mas que não serão tratadas especificamente nesta dissertação.

A maioria dos professores acha que é importante o trabalho do estagiário com o aluno cego, pois acreditam que ele tem a possibilidade de trabalhar com um tempo maior com o aluno, tirando dúvidas e complementando o que foi dado em sala de aula, como mostram os trechos abaixo:

*P1- É uma forma de dedicar mais tempo para a busca de alternativas de como passar o conteúdo que em sala de aula com alunos “normais” seria complicado, não dá muitas vezes para parar a aula e se dedicar a um aluno indefinidamente. [Professor de Biologia]*

*P9- (...) Esses alunos precisam de um tempo maior seja para anotarem tudo o que o professor dita, seja porque o professor escreve alguma coisa e não fala a respeito. [Professor de Matemática]*

Mais da metade dos professores, no entanto, não estavam informados das atividades que foram realizadas na escola e alguns desconhecem o trabalho de estagiários em geral. Apenas o coordenador de Educação Especial e alguns professores da área de Física, que possuíam na classe alunos cegos que participaram das atividades, tinham conhecimento da realização das mesmas e puderam opinar se houve ou não um melhor rendimento dos alunos nas avaliações, na ampliação da auto-estima e na socialização deles.

Quase metade dos professores acredita que as atividades também possam contribuir para os alunos que vêem, e pequena parcela acredita que as atividades

foram direcionadas para os alunos cegos e por isso não são aplicáveis aos alunos que vêm. Cerca de metade dos professores disseram que aplicariam as atividades se tivessem um conhecimento melhor das mesmas, se a escola oferecesse uma estrutura e se tivessem tempo para realizá-las.

Dois professores disseram que alguns alunos cegos possuem dificuldades de aprendizagem, decorrentes de anos anteriores. Um acredita que não há solução e o outro acha que é importante haver uma estrutura de trabalho especial para resolver o problema.

Numa análise geral dos questionários dos professores, verificou-se que alguns, apesar de detectarem problemas sérios na educação dos cegos, não estão engajados em refletir e buscar soluções para minimizar as dificuldades apontadas. Isto pode ser decorrente de vários fatores: resistência natural a enfrentar situação nova, falta de condições materiais, ausência de capacitação para enfrentar este tipo de problema, inércia etc. Porém, outros professores, na medida do possível, procuram caminhos, de forma a melhorar o ensino do aluno cego. Todos eles, no entanto, parecem estar conscientes das dificuldades e apontam a necessidade de melhor qualificação e de apoio institucional.

## 1.2– Depoimento dos Alunos

Foram feitas 9 perguntas (no anexo B.5.2) para os alunos cegos que participaram das atividades. A pretensão era avaliar como elas funcionaram, conhecer se foram significativas para os alunos e também identificar algumas dificuldades encontradas por eles na escola.

O questionário foi feito com todos os alunos que participaram das atividades, porém, para o objetivo de nossa pesquisa, serão relatadas apenas as respostas dos cegos. De cinco alunos nessa condição, somente um não respondeu ao questionário. Dois participaram de todas as atividades, um participou das três primeiras e o último participou das duas primeiras.

Todos os alunos ressaltaram o aspecto prático/experimental das atividades. Alguns levantaram a importância de experimentar para se obter elementos básicos que desencadeiem uma discussão/diálogo produtivo. Isso pode ser verificado nos trechos:

*A1 - (...) o entendimento da Física como um todo e não só o que os livros passam ou a Matemática. Você não tem certeza total, porque você não experimentou. Tipo o caso da inércia. Tem o ônibus, você está dentro do ônibus e leva a freada, mas se você não estiver no ônibus você não tem como saber. Se você não tiver essa experiência não dá pra saber.*

*A2 - Estas atividades foram proveitosas, pois aprendemos muita coisa nova na prática.*

Outros falaram de um “movimento”, de uma dinâmica estabelecida na atividade, que é diferente do que eles costumam experimentar na escola. De uma

forma geral, comentaram a ruptura com o que é cotidianamente posto em sala de aula ou com um padrão preestabelecido, sendo uma outra forma de ensinar Física. Isso pode ser observado nos relatos:

*A1 – Fui a três e vou falar delas. A do Terra Encantada. O lugar de diversão, é um lugar legal. Não teve a formalidade para ter uma aula de física, a gente discutiu depois o que a gente entendeu. O que aconteceu, o efeito que cada brinquedo produzia, as formas de movimentação de cada um, o modelo do brinquedo e a situação física que estava envolvida (velocidade, deslocamento). Foi para estabelecer estas.*

*A4 - (...) por que as aulas são normalmente muito “paradas”. Falta, em muitos casos, uma dinâmica, alguma coisa que seja diferente do cotidiano de sentar-se, copiar do quadro e estudar para as provas.*

*(...) foi bastante importante, já que foi uma atividade diferente, fora dos padrões das que eu costumo realizar.*

Os alunos comentaram a importância do trabalho do estagiário, como uma forma de receber um atendimento mais direcionado e com mais atenção, sendo um ritmo diferente do seguido na sala de aula. Dois alunos falaram que também há um aprendizado por parte estagiário, como mostra o trecho a seguir:

*A3 - (...) [o trabalho do estagiário] dá um conhecimento melhor, dá uma atenção especial, além de ser importante para os estagiários, pois eles aprendem também. Seria bom que os professores passassem por esses estágios, assim eles poderiam entender e ver que não é tão difícil como eles imaginam que é.*

Na concepção dos alunos, atividades similares podem ser realizadas com os alunos não cegos. Eles acreditam que o ensino com ênfase na prática, nos fazeres,

pode contribuir para que qualquer aluno adquira novos conhecimentos, pois o aprendizado do significado e a construção do fenômeno, na maioria das vezes, são perdidos em sala de aula. De fato, o conhecimento dependeria de muitos fatores e, desta forma, apenas o sentido da visão não é suficiente. Os trechos abaixo exemplificam essa discussão:

*A1 – (...) Eles têm a noção visual, mas não experimentaram. Ele não sabe como aquilo se processa. Às vezes, não entende porque Newton chegou àquela Lei. Ou Leibniz criou uma equação baseada em Newton. Tem a visualização do gráfico, mas não sabe como foi feito, de onde surgiu aquilo.*

*A4 - (...) mesmo enxergando, muita gente não tem a verdadeira noção de como é o universo em que vivemos, bem como as leis que o regem. Eles não percebem na Física e na Astronomia os seus reais valores e suas infinitas contribuições para um melhor entendimento das coisas que nos cercam.*

As dificuldades enfrentadas por alguns alunos perpassam diferentes setores, entre eles: a relação professor/aluno, a relação aluno/aluno e a falta de materiais didáticos.

Nas relação professor/aluno, eles acreditam que existe uma certa falta de estímulo ao professor, ocasionada por muitos fatores (salário baixo, turmas lotadas etc.), e percebem pouca confiança na capacidade de fazer ou produzir dos alunos cegos:

*A3 - (...) eles não tinham confiança na gente, achavam que a gente não tinha condições e capacidade de fazer as coisas. Eles achavam que não dava para atender a gente e os outros alunos ao mesmo tempo, pois iria atrapalhar os outros.*

Esse mesmo aluno sugere alguns caminhos para o professor:

*A3 – (...) Para lidar com o cego basta ter boa vontade (...) Talvez, se eles fossem numa instituição de cegos, ver como que é, como eles fazem, conhecer e ver que é possível ensinar todo mundo e atender todos muito bem.*

A relação aluno/aluno também produz impasses para alguns estudantes. Em particular, um deles destaca uma falha de compreensão e de partilha por parte dos colegas de classe, e infere que os seus colegas acreditam que as atividades em conjunto com o aluno cego pode atrapalhar ou atrasar o desenvolvimento do trabalho proposto pelo professor. O trecho abaixo mostra isso:

*A3 – Na hora de fazer trabalho em grupo (...) sempre a gente ficava por último. No grupo não era tanto problema. O problema maior era em dupla. Ninguém queria fazer dupla comigo. E [dificuldades] com os professores também, pois os professores passavam essa idéia pra eles e não incentivavam os alunos. O exemplo vem de cima.*

Um aluno comenta a desmotivação tanto da parte dos professores quanto dos alunos. Em sua opinião, alguns interesses, como passar no vestibular, assumiram uma posição de maior importância no ensino, deixando de lado, por exemplo o querer aprender. Esse comentário pode ser observado no trecho a seguir:

*A1 – (...) O ensino tá muito complicado, mas não só por culpa do professor. O aluno entra pensando no vestibular, a decorar as coisas, sem querer entender o conceito. A principal coisa é a desmotivação, tanto dos professores quanto dos alunos para a situação do ensino, mas quem se prejudica é o aluno.*

*Não dá pra aprender tudo, mas queria sair da escola com uma boa noção das matérias, que depende de mim e das pessoas que estão passando a matéria.*

Um dos alunos ressalta a falta de utilização dos materiais didáticos especializados, principalmente em Física e Matemática. Ele comenta sobre a aula de Química:

*A1 – (...) Esse ano eu comecei a não entender nada, mas depois que eu vi o desenho [em alto-relevo], eu achei que ficou fácil.*

Em um dos questionários, um aluno discutiu a elaboração da representação do Sistema Solar. Questionando a idéia que tem sobre o Sistema Solar, explicou a sua representação insistindo que fazia isto com suas própria palavras, sem repetir o que tinha ouvido dos professores. Durante o seu discurso, foi aperfeiçoando o modelo. Em alguns momentos, ele mesmo se questiona, levanta hipóteses e observa algumas contradições do seu modelo, e com isso reestrutura a sua explicação, tentando refiná-la. O importante nesta resposta em específico é o processo de construção pelo aluno de uma reflexão científica. Como pode ser verificado no trecho abaixo:

*A1 - Um troço imenso, enorme. (...) Eu não consigo perceber a forma. Pra mim é uma coisa grande, que não tem forma até porque eu não posso ver. Como vocês vêem? Não envolvendo o mesmo tempo, pois uma coisa que vai dando voltas distribuindo o calor e alguns recebe e outros não, é o que está girando no momento. O Sol está girando, a Terra também tá girando, os outros planetas também, justamente por conta do giro, parte da Terra recebe luz e a outra não. Vamos supor um lustre que vai girando e dando luz e distribuindo a luz e o calor e por onde ele vai passando os lugares vão recebendo essa luz e os lugares que não ficam frios e sem luz.*



*Se o Sol fica parado, você tem a Terra girando em torno dele e justamente por a Terra estar girando, ela recebe o calor do Sol por determinado tempo, daí as estações. Mas por que ela não receberia o calor, ao mesmo tempo toda a Terra? Daí você tem uma parte girando e a outra não. Fica esquisito... Se as duas partes da Terra (os dois hemisférios) estão girando por que eles não recebem calor ao mesmo tempo? Você começa a notar que uma determinada parte é mais próxima do Sol, recebe mais calor. Até quando ela já girou, mesmo assim ela recebe um pouco do calor. O eixo dela é próximo do Sol e a outra parte gira e está mais distante vai girando e entrando em contato com o Sol.*

*Os planetas estão girando em torno do Sol, considerando que o Sol esteja parado, a Terra está fazendo a rotação, girando em torno dela mesma e por isso você tem os dias e as noites. É uma coisa engraçada, ela gira ao mesmo tempo em torno dela e em torno do Sol. Como vocês vêem?*

Outro fato interessante é que este mesmo aluno comentou que nunca tinha parado para pensar sobre isso, e que se interessava mais por questões referentes à Mecânica por estar mais próxima do seu cotidiano e ser um tema que ele estuda na escola. Revelando, aliás, não associar Astronomia à Mecânica. Isso é mostrado no relato abaixo:

*A1 – (...) No parque, discutir a velocidade, aceleração... são questões que me interessam mais do que as questões do Sistema Solar, planetas... São coisas do dia-a-dia e estão mais relacionadas com a matéria que eu tenho que aprender.  
(...)*

O aluno comentou que aprendeu a entender um pouco melhor a parte de Mecânica e a relacionar velocidade e tempo. Ele acrescenta que decidiu fazer uma experiência para discutir um pouco mais sobre esse assunto:

*A1 – (...) Eu estava com um primo meu de 10 anos e eu ficava com um*

*cronômetro medindo o tempo soltando uma caneta e cada hora dava um tempo diferente. E aí a gente somou e dividiu pelo número de vezes que a gente fez e achamos um valor razoável. E colocamos a caneta em posições diferentes pra ver se tinha diferença.*

A princípio esta experiência é muito simples e comum e, muitas vezes, é explorada em sala de aula de uma forma que não causa grande interesse no aluno. Porém essa mesma atividade se mostrou desafiadora para o aluno cego, e sua importância está no fato de o aluno discutir e tentar construir o seu próprio modelo.

Numa análise geral, verifica-se que partir de atividades que exploram o cotidiano e a experimentação pode estimular a curiosidade e uma maior identificação do aluno com a Física, possibilitando estabelecer mais discussões sobre os conceitos, o que contribui para o aprendizado do aluno cego.

### 1.3– Depoimento dos Pais

O questionário, com seis perguntas, foi realizado com os pais dos alunos cegos, totalizando quatro registros (no anexo B.5.3). Houve também registros de quatro pais, dos alunos de baixa visão, que não serão comentados aqui, mas que seguem a mesma linha de argumentação. Por todos eles foi comentada a importância do trabalho do estagiário na busca de superação de dificuldades enfrentadas pelos alunos. As respostas em geral possuem um caráter mais afetivo, sendo um espaço encontrado pelos pais para agradecer o trabalho do estagiário, o que possivelmente limita seu potencial crítico. Nesse sentido, serão ressaltadas apenas algumas questões que complementam o que já foi abordado anteriormente.

A maioria dos pais percebeu alguma mudança de postura do seu filho, alguns observaram um maior interesse nas disciplinas de exatas, em particular Física e Química, e outros um melhor rendimento nas notas. Isso é apresentado nos relatos a seguir:

*R1 - (...) o vejo mais interessado em matérias como química e física e em conhecer os mistérios naturais da humanidade.*

*R2 – (...) meu filho teve uma melhora considerável no colégio, melhorando suas notas na matéria.*

Ao perguntar que coisas significativas o aluno pode ter aprendido, os pais comentaram uma maior confiança e auto-estima por parte dos alunos, que se teriam mostrado mais críticos e mais aptos:

*R1 – (...) A questionar as coisas e ver um novo sentido em estudar.*

Dentre as dificuldades enfrentadas, eles comentaram a relação professor/aluno e a relação aluno/aluno, sob um aspecto muito parecido com o que foi levantado pelos alunos, ressaltando que isto pode ocasionar uma dificuldade de aprendizagem. Outros apontaram a falta de materiais didáticos especializados na área de Física e o despreparo dos professores para atender esta situação. Isto pode ser verificado no relato:

*R2 – [dificuldades] De relacionamento: Os professores reclamavam que perdiam muito tempo com o meu filho ditando matéria no quadro. Nos trabalhos em grupo os alunos não aceitam as idéias do meu filho. De infra-estrutura: Professores mal preparados para lidar com deficientes visuais e falta de material apropriado (em Braille).*

Outro ponto interessante foi a boa aceitação do aspecto prático nas atividades. Um pai, em particular, lembrou a montagem de um laboratório de ciências na escola, como forma de contribuir para o aprendizado do aluno. O trecho abaixo mostra isso:

*R1 - Uma conscientização dos profissionais de que o cego pode e deve aprender normalmente, e a criação de um espaço (um laboratório de ciências, química etc.), para possibilitar melhor aprendizado por parte do aluno cego.*

Numa análise geral, as opiniões dos pais complementam as opiniões dos alunos e dos professores. Os aspectos ressaltados são comuns aos três grupos, mostrando dificuldades específicas no atendimento do aluno cego numa classe regular, como a falta de material didático, o despreparo do professor para essa nova situação e o distanciamento natural nas relações e interações entre professores/alunos e alunos/alunos, decorrente dessa nova situação enfrentada na escola.

## 2 – Anotações do Diário de um Professor de Física

### 2.1 – Notar e Anotar: o aprendizado com o cego<sup>1</sup>

No início do meu contato com alunos cegos, pude observar em determinados momentos a apatia de alguns deles dentro da sala de aula. Parecia que a aula não existia, que os professores e os colegas de turma ignoravam a sua presença, talvez estivessem sendo ignorados por si mesmos ou pela família. Ao mesmo tempo, percebia uma vontade dos alunos em superar as dificuldades, vencer desafios e mostrar que, mesmo sendo cego, era possível ser um aluno exemplar, tanto quanto aquele que possuía visão.

Sabia que era difícil, mas não impossível, começar a estabelecer uma interlocução com estes alunos e transmitir para as pessoas a experiência adquirida. Arranjar materiais e textos e localizar pessoas da área eram iniciativas importantes para me dedicar mais ao aluno cego. Aprender com ele era a melhor referência. Deveria deixar que ele expusesse as suas experiências e expectativas para depois unir os meus interesses aos dele. Havia muito a fazer como educadora e também como cidadã.

Eu não poderia, e nem deveria, só ensinar, eu teria que aprender com o cego, repensar e reestruturar a Física que eu já conhecia. Sem dúvida, uma tarefa difícil. As falas do cego eram importantes, sua opinião deveria ser considerada. Uma experiência marcante foi ouvir um aluno dizer que, às vezes, era bom ser cego, pois podia gostar de uma pessoa pelo que ela era e não pelo que ela aparentava ser;

---

<sup>1</sup> Em primeira pessoa.

afirmava que a beleza externa, muitas vezes, iludia as pessoas que podem ver. Isso também está presente em duas passagens do texto de Borges:

*Há certas vantagens em ser cego. Das sombras, recebi alguns presentes. (...) a elas devo também um livro que escrevi e intitulei, não sem certa falsidade ou arrogância, Elogio da sombra.<sup>2</sup>*

*(...) quem vive mais consigo mesmo? Quem tem mais condições de explorar e conhecer melhor a si mesmo? Segundo o dito socrático: quem pode se conhecer melhor do que um cego?<sup>3</sup>*

Lembrar daquela fala do aluno e saber que ele tinha outras formas de perceber o mundo me mostrava que havia muito o que aprender com o cego. Nesse sentido, meu aluno já tinha estabelecido um laço de confiança e respeito.

Em boa parte deste trabalho foram explicitadas as tentativas para melhorar o ensino de Física com e para os alunos cegos. Dedicarei esse item ao que eu aprendi com o cego e às concepções fortalecidas a partir do nosso convívio.

Na busca de conhecer um pouco mais sobre o aluno cego, decidi visitar algumas instituições. A primeira delas, o Instituto Benjamim Constant, proporcionou-me uma reavaliação das relações e interações humanas. Entrei num outro mundo, no qual a maior parte das pessoas eram cegas. Fui fisgada pelo estranhamento, eu era a *diferente* e precisava me adaptar ao novo mundo que, para eles, os cegos, era absolutamente normal, pois tinham o domínio diante daquele espaço. Senti-me no “*Ensaio sobre a Cegueira*”, de José Saramago, como uma das poucas pessoas que via num mundo de cegos. O provérbio “*em terra de cego quem tem olho é rei*” já não

---

<sup>2</sup> Jorge Luís Borges, *Sete noites*, p. 174.

<sup>3</sup> *Ibid*, p. 181.

se aplicava tão bem assim. A sensação inicial foi de que a cega era eu. Esse estranhamento aos poucos foi se diluindo com a convivência com os próprios cegos, e o contato foi se tornando cada vez mais natural. Perguntava, tirava dúvidas e tentava responder às minhas curiosidades, e esse conhecimento contribuía para refletir sobre o ensino do aluno. Aos poucos fui percebendo a autonomia que a pessoa cega pode ter, como o cego que lidera uma rebelião contra a falta de luz no conto de Alcântara Machado.<sup>4</sup>

Paralelamente a isso, algumas conversas estabelecidas com os pais dos alunos contribuíram para o entendimento dessa nova situação. Alguns elementos importantes, como a origem da cegueira do aluno, o seu processo de ensino e aprendizagem e o tipo de assistência obtida nos anos anteriores, possibilitaram mapear um pouco mais o histórico do aluno, ajudando assim na busca de estratégias para melhorar o processo de ensino e aprendizado, que neste caso era meu. Procurei também conhecer de alguns professores as dificuldades encontradas em sala de aula e pesquisar se existiam, para a área de Física, materiais que pudessem ajudar no ensino do aluno, verificando que infelizmente esses materiais ainda são muito limitados.

Pensar em propostas para o ensino do aluno cego desencadeou a reflexão sobre os conteúdos relevantes a serem abordados e as formas de apresentá-los aos alunos. Os conteúdos usuais são explorados em grande parte baseados na percepção visual e apresentados de forma abstrata, deixando de lado os seus significados e suas interessantes aplicações, o que não favorece aos alunos, independente de serem cegos ou não. A visão, na concepção de Bachelard, como já se discutiu anteriormente, pode ser um obstáculo na compreensão de um

---

<sup>4</sup> Antônio de Alcântara Machado, “Apólogo brasileiro sem véu de alegoria”, disponível em: <<http://www.releituras.com/almacapolo.htm>>. Acesso 15/09/01.

determinado conceito, pois as imagens são usadas sem serem previamente construídas com os alunos, funcionando apenas como bombardeios de informação. Ao pensar nas percepções táteis, auditivas, olfativas e cinestésicas, conscientizei do quanto essas percepções são esquecidas numa abordagem educacional e do quanto as pessoas são podadas no seu cotidiano. Quando criança, por exemplo, as pessoas são *treinadas* para não mexerem em alguns objetos da casa, é o aprender a *ver com os olhos*, o que de certa forma contribui para limitar a exploração tátil da criança. Na maioria das vezes, a atenção é direcionada para a visão, enquanto as outras *vias de detecção* passam despercebidas no meio da correria em que se está imerso. As sensações térmicas e o timbre do som são um exemplo disso, e são evidentemente importantes para a exploração do mundo pelo cego.

É a partir do conjunto, da interação e interligação entre os sentidos que é possível compreender o mundo presente. É mais fácil perceber a presença dos outros sentidos e sua importância ao observar uma criança, cujo funcionamento visual só é formado com aproximadamente sete anos de idade, quando ela segue o guizo de um chocalho, quando manuseia objetos com as mãos etc.. A interpretação do mundo que nos cerca dá-se pela complementaridade dessas percepções.

Além disso, percebi que na apresentação dos conceitos a verbalização não é suficiente. Mostrar passa a ser substituído pelo fazer. Eu precisava partir de elementos e exemplos mais concretos para depois chegar nas abstrações, pois isso ajudava o aluno a compreender melhor as significações. Isso me mostrou o quanto, muitas vezes, as etapas num processo de ensino são aceleradas ou reduzidas, em nome do entusiasmo de se chegar no produto final. Frequentemente é esquecido que o aluno ainda está tentando aprender o que lhe é apresentado e que é necessário fornecer elementos para o aluno cego construir seus modelos.



Era necessário, enquanto educadora, colocar-me no papel do aprendiz, promovendo uma flexibilidade no trabalho realizado. Isso transcende o ensino dos alunos cegos, valendo também para o ensino dos alunos que vêem. É olhar o indivíduo de outra forma, pois onde *você enxerga ele pode estar apenas tateando*.

Os modelos representativos também exigiram uma atenção mais cuidadosa, pois fazem uso constante dos estímulos visuais e das abstrações. Tive que repensar os conteúdos e suas vias de acesso. A Ótica, por exemplo, quando se fala em luz, cores, reflexão e refração, está baseada na observação visual. Por outro lado, não deve ser excluída do ensino do aluno cego. Ela exige, portanto, uma reelaboração da forma como é apresentada, que permita dar o máximo de elementos possíveis para o seu entendimento pelo aluno. A reflexão, por exemplo, pode ser explorada por meio do eco, facilmente percebido pelo cego. Falarei um pouco mais sobre diferentes caminhos que podem ser seguidos no próximo item.

Dentro das minhas concepções, queria conhecer o aluno cego, saber de suas habilidades e interesses e, conseqüentemente, suas dificuldades. Neste caso, era necessário saber ouvir o aluno, penetrar no seu mundo e saber fazer as perguntas certas, para conseguir dialogar com ele. Mais do que fazer questões, era importante trocar experiência, contar/compartilhar com o cego o nosso mundo, para que ele pudesse ter parâmetros e compreendesse o que eu queria saber. Isso é sem dúvida difícil, mas não chega a ser impossível. Requer paciência, confiança e o aprender com o próprio cego.

O convívio com o cego também possibilitou quebrar alguns rótulos e estereótipos. Entender que o que ele faz é natural na sua vivência. Reconhecer as suas capacidades e valorizar a sua produção enquanto aluno ou profissional. Já observei opiniões extremadas, por exemplo, alguns comentários sobre trabalhos de

profissionais cegos e notei uma certa incredulidade das pessoas com relação à sua produção, como se o cego não fosse capaz de realizá-la, ou uma aceitação de qualquer produção pelo fato de ele ser cego. É importante lembrar que é o trabalho ou a produção do cego que precisa ser avaliado(a) e não a sua cegueira, mas para isso, é necessário dar as condições necessárias para que ele produza. Alguns profissionais cegos possuem habilidades para realizar certas atividades, como o trabalho em câmaras escuras, de raio X, por exemplo, trabalhos com Radioastronomia ou trabalhos que requeiram abstrações matemáticas, havendo em alguns momentos vantagens intrínsecas à sua condição.

A relação mais estreita com o aluno cego também me fez repensar outros preconceitos ou discriminações que, consciente ou inconscientemente, atingem este aluno. Numa das buscas por pessoas e instituições que trabalham com deficientes, marquei por telefone uma conversa com um senhor que iria me levar e me apresentar ao Centro de Vida Independente – CVI. Ao encontrá-lo e perceber que ele era paraplégico, que possuía algumas dificuldades motoras nos membros superiores e que estava dirigindo o automóvel, fiquei muito receosa. Apesar de trabalhar com pessoas deficientes e perceber que o senhor dirigia bem, eu tinha o receio de que o carro pudesse bater a qualquer momento. Depois de algum tempo pude me conscientizar dos meus próprios preconceitos. Isso é importante para avaliar as atitudes com os alunos também. Às vezes, o professor subestima o aluno e é necessário atentar para este fato e buscar fornecer condições básicas para que ele realize as tarefas com autonomia, tentando não estimar de mais ou de menos sua capacidade.

Outra questão que deve ser abordada trata das diferenças. Pude refletir sobre o que é ser diferente e a importância disso. Imaginem se as pessoas fossem todas

iguais, desde a roupa até as atitudes, uniformes como os parafusos produzidos numa indústria. Não haveria trocas, experiências, escolhas, diversidade... Não existiriam as particularidades/especificidades, o eu, o outro e o nós, e com certeza o mundo seria monótono e sem vida. As pessoas não seriam elas mesmas, únicas, singulares, seríamos um conjunto de... Na verdade, não seriam.

As pessoas buscam, muitas vezes, ser iguais às outras e esquecem que o que as move é justamente a diferença. Nesse sentido, o cego é tão diferente quanto a pessoa que vê e é distinto não só pela ausência de visão, mas por suas experiências vivenciadas. Ao tomar consciência dessas diferenças, é preciso respeitá-las e, sem dúvida, aprender com elas.

*- Por que ficamos com cores diferentes, se estamos na mesma árvore? – perguntou a folha.*

*- Cada um de nós é diferente. Tivemos experiências diferentes. Recebemos o sol de maneira diferente. Projetamos a sombra diferente. Por que não teríamos cores diferentes?<sup>5</sup>*

É importante saber que ele, o aluno, também pode contribuir com a sua experiência. Num enfoque educacional, isso é mais do que necessário, pois é a partir dessas trocas que se produz o conhecimento.

Todas as coisas que foram ditas neste item são nós de uma rede tecida a partir do contato com o aluno cego. Porém, tenho que ressaltar que esta rede de conhecimento começou com um ponto importante, intensificado ao longo do trabalho: a interação professor/aluno. Antes de assumir o papel de professor ou aluno, é-se indivíduo, e é preciso estabelecer uma relação mínima com o outro para poder ensinar ou aprender. Ensinar Física também pressupõe as relações humanas,

---

<sup>5</sup> Leo BUSCAGLIA, *A história de uma folha: uma fábula para todas as idades*, p. 16 e 17.

pois a Ciência é uma atividade humana, é um processo de construção histórica, que faz parte da cultura. Nesse sentido, não consigo imaginar uma Física que não leve em consideração tais relações, que também devem ser ensinadas ao aluno. É possível fazer uma pequena analogia com a área médica: não faz sentido, por exemplo, um médico dar um diagnóstico sem ter o mínimo de contato com o seu paciente, seja um olhar, um aperto de mão ou, tão importante quanto, a busca das causas que levaram o paciente a chegar até ali. Uma relação deve ser estabelecida para que se dê continuidade à busca de melhora do paciente iniciada. O mesmo acontece na interação professor/aluno. Se não for criada uma relação de confiança e respeito entre ambos, para que esta se solidifique cada vez mais, o processo é interrompido, e o aprender e o ensinar tornam-se uma simples transmissão de informações.

Nesse sentido, todo o aprendizado com o aluno cego pôde ser construído devido à ponte que interligou o professor e o aluno, ponte esta que deve ser construída independentemente de o aluno ser cego ou não.

### 3 – Breve Panorama de uma Física para o Aluno Cego

As experiências vivenciadas com o aluno cego possibilitam perceber a necessidade de se repensar o ensino de Física que atualmente lhe é fornecido. A maneira de apresentar o ensino como um conjunto fechado de fórmulas desvinculado do conteúdo físico, a prioridade na memorização e na resolução de problemas dissociados do cotidiano experimentado pelo aluno, e o objetivo de apenas capacitar o aluno para uma prova específica (como, por exemplo, o vestibular) possibilitam poucos caminhos para um aprendizado significativo, tanto para o aluno que vê como para o aluno cego. A apresentação desarticulada de conceitos e leis, de maneira a privilegiar a abstração desde o início do ensino (sem ser gradualmente construída e sem ter como base elementos concretos e comuns ao educando), só reforça a idéia de que os conceitos determinados por certos *gênios da Ciência* são acabados, inacessíveis, e que a Ciência é uma construção inquestionável.

Atualmente, o ensino está, em geral, limitado à transmissão de um conjunto de experiências bem sucedidas, como se fossem um pacote, do qual só grandes cientistas pudessem participar. É preciso mostrar sua construção, as tentativas e os erros, enfim, mostrar o fazer científico, que está completamente distante da sala de aula, fornecendo uma concepção errônea da Ciência para os alunos.

Essa dificuldade se estende ao aluno cego, que ainda conta com a sua dificuldade sensorial, o despreparo do professor para as atividades que envolvem a educação especial e a adaptação ao sistema educacional encontrado, que ainda não possui uma preparação adequada para recebê-lo.

Este item pretende fornecer alguns elementos de reflexão/ação para o professor, tendo como foco o ensino de Física para alunos cegos e considerando as habilidades e especificidades desses últimos. Vale lembrar que tais elementos não devem ser considerados como parte integrante de um “manual” para o professor, mas apenas um dos possíveis cenários que podem ser trabalhados.

Em aulas introdutórias, a Física freqüentemente é apresentada como a Ciência que estuda a Natureza. Tal idéia, porém, se mostra muito vaga para os alunos e reduz a verdadeira importância desta Ciência.

*A Física é um conhecimento que permite elaborar modelos de evolução cósmica, investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias.<sup>1</sup>*

Vários fenômenos – como os dias e as noites, o azul do céu e as estações do ano – e tecnologias – como aparelhos de TV e CD, o refrigerador ou o próprio computador – acompanham as pessoas diariamente e são tão naturais para elas que acabam não sendo motivo de questionamento, mas são “objetos” de interesse da Física. Esta também é importante na tomada de determinadas decisões por conta da elaboração de um pensamento científico, o qual está presente em várias situações do cotidiano. Por exemplo: a apresentação de uma notícia sobre uma catástrofe ambiental, como a que aconteceu com a plataforma de petróleo da PETROBRÁS, a P-36, cujos possíveis desdobramentos (o vazamento de óleo, a flutuabilidade da plataforma, o resgate das pessoas, dentre várias discussões) foram

---

<sup>1</sup> MEC/SEF/SEESP, *Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio, Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, p. 22.

amplamente discutidos pela comunidade científica e o público em geral, e envolveram um pensar científico.

A Física está em todos os lugares e merece um maior cuidado na sua apresentação, destacando-se a sua dinâmica como Ciência para os alunos e a atribuição de um verdadeiro sentido ao seu ensino.

Outro fato importante é que na Física são elaborados modelos que simplificam a realidade. Essa simplificação implica a escolha de determinadas variáveis consideradas relevantes para um estudo específico, para facilitar a compreensão do fenômeno. Por outro lado, a idéia de modelo, muitas vezes, passa despercebida pelo aluno, que acaba por confundir o modelo apresentado com o fenômeno em si. Nesse sentido, esclarecer o significado de modelo e a sua importância na Física para o aluno pode contribuir para seu aprendizado.

Dessa forma, é importante mostrar o que é Física, quais os seus objetivos e suas estratégias na investigação do mundo, viabilizando uma melhor compreensão desta pelo aluno. Tais objetivos devem estar presentes nas aulas e devem ser discutidos com os alunos para que se forme um grupo com a mesma meta, compondo assim um ensino articulado.

As percepções dos alunos, suas experiências, expectativas e interesses merecem uma atenção especial. Esses fatores são diferentes para cada aluno, o que pode estabelecer uma rica troca entre eles. Isso também se aplica ao ensino do aluno cego. As percepções da pessoa cega são táteis, auditivas, gustativas e olfativas. Suas experiências são tão diferentes quanto o do aluno não cego, o que leva à análise do ensino dos conceitos sob outra perspectiva.

Na mecânica, os conceitos de conservação e transformação de energia são apresentados privilegiando-se o sentido da visão, quando se pode aproveitar os

outros sentidos na explicação destes conceitos, por exemplo, explorá-los a partir de uma experiência do aluno num parque de diversões. No parque, muitos outros fenômenos podem ser abordados, um deles é a colisão. Esta, na maioria das vezes, é trabalhada visualmente, porém é possível ouvir a colisão de duas bolas de sinuca ou perceber o impacto dos carrinhos de auto-pista (bate-bate) do parque. Sendo assim, o tato e a audição são grandes aliados na percepção deste fenômeno para o aluno cego.

Ainda na Mecânica, pode-se trabalhar com o aluno cego o conceito de força, por meio de experiências do seu cotidiano, como andar de ônibus, brincar de cabo de guerra, perceber os efeitos dentro de um elevador ou, até mesmo, soltar uma caneta no ar e observar o tempo que ela leva para chegar até o chão. Experiências essas que não são puramente visuais, o que permite uma mudança de seu enfoque para a realidade do aluno cego. Já o conceito de rotação torna-se mais acessível ao aluno cego, ao permitir que ele experimente tal situação. O parque novamente é um aliado nessa experiência, com uma diversidade de sistemas girantes.

O estudo com os gráficos é um desafio para o professor por ser ao mesmo tempo visual e abstrato. Neste caso, tal desafio pode ser enfrentado com a ajuda do tato, na realização de gráficos em alto-relevo, gráficos táteis. A representação tátil do gráfico pode ser trabalhada em conjunto com o movimento corporal, com um jogo de batalha naval (na explicação de coordenadas cartesianas) ou, ainda, com movimentos reais de objetos. Pode-se relacionar a representação do gráfico à própria experiência de localização espacial do cego, explorando suas sensações motoras, sua audição e seu olfato.

Pensando na Termodinâmica, as percepções táteis térmicas e as táteis associadas à radiação térmica são fundamentais para a identificação dos



fenômenos. O Sol, como uma grande fonte de luz e energia térmica, é percebido pelo cego por meio da radiação e, com ele (o Sol), podem ser exploradas as transformações de energia, os ciclos do ar e da água, enfim, boa parte da Termodinâmica envolvida no sistema Sol-Terra. A discussão dos processos cíclicos permite o entendimento ampliado do conceito de energia, bem como a conservação desta, permitindo explorar os problemas energéticos e ambientais.

No modelo cinético dos gases, pode-se discutir dispersão de algumas substâncias (no ar, o perfume, por exemplo) e o aluno cego pode perceber este efeito por meio do olfato. Tal explicação pode ser estendida para a agitação das moléculas e para o conceito de temperatura e trocas de energia (calor).

A apresentação do conceito de onda pode ser iniciada, por exemplo, nas ondas mecânicas (com uma mola ou uma corda) ou na discussão da radiação eletromagnética do Sol (que o cego percebe na forma do calor), explorando-se assim as suas características principais. A reflexão, um conceito que a princípio é trabalhado visualmente, pode ser discutido por meio da reflexão de ondas sonoras (eco) ou de onda em uma corda (experiência tátil). No teatro, por exemplo, percebe-se que até estando na última cadeira é possível ouvir o ator, isso porque os teatros são construídos de forma a refletir as ondas sonoras emitidas no palco diretamente para a platéia. O conceito de frequência, juntamente com o efeito Döppler, também pode ser discutido por meio da onda na corda ou na água. Todas essas discussões podem ser tomadas como ponto de partida para ensinar ao aluno cego as ondas eletromagnéticas.

As ondas sonoras, por serem mecânicas, pela alternância de mais alta ou mais baixa pressão, por exemplo, no ar, necessitam de um meio para se propagarem. Isso explica o fato da inviabilidade de serem transmitidas e, portanto, ouvidas no

vácuo. Além disso, partir da relação do cego com a onda eletromagnética, por exemplo, a música que ele ouve no rádio, permite desvendar a idéia de propagação das ondas eletromagnéticas, que são captadas pela antena e transformadas em ondas sonoras pelo alto-falante do rádio, chegando até os ouvidos, que se comportam como receptores sensíveis às vibrações sonoras.

Nesse sentido, consegue-se estruturar o espectro eletromagnético, saindo da radiação solar, passando pelas ondas sonoras e eletromagnéticas de rádio e TV, podendo-se chegar ao estudo da radiação luminosa. Por analogia entre as ondas sonoras e as ondas na água, é possível chegar a uma discussão sobre Ótica para o aluno cego e introduzir e analisar os conceitos de reflexão, refração e de frequência, por exemplo. Partindo do estudo das frequências sonoras que variam das mais baixas até as mais altas, pode-se relacionar com elas o conceito de cor, que também possui tal variação de frequência ou comprimento de onda (Note-se que Newton introduziu as “sete” cores do arco-íris por analogia com as sete notas musicais). Dessa forma, pode-se percorrer um trajeto menos atribulado em meio aos conceitos da Termodinâmica, Ótica e Eletromagnetismo.

Outro desdobramento a ser considerado é a Astronomia, que atualmente se tenta incluir no Ensino Médio. Apesar de depender bastante do sentido da visão, ela também pode ser discutida com o aluno cego. A construção de modelos táteis, para se explorar as relações de tamanho dos planetas, e de modelos dinâmicos, nos quais o aluno se transforma no próprio astro, pode levar a uma concepção razoável sobre as escalas, forma e funcionamento do Sistema Solar, concepção esta que pode ser estendida para se discutir as dimensões do Universo.

A relação Sol-Lua-Terra também pode ser trabalhada. As pessoas que possuem a visão conseguem ver a Lua, pois esta reflete a luz do Sol. Neste caso,

como a Lua poderia ser percebida pelo aluno cego? A partir de um modelo no qual o Sol é representado por uma lâmpada e a Lua por um espelho, o cego pode perceber a reflexão, por meio da radiação térmica, que chega na sua pele à medida que a luz da lâmpada reflete no espelho.

Num enfoque mais geral, é importante explorar com o aluno cego a observação de um dado fenômeno e os diferentes elementos de uma experimentação. Deve-se permitir que ele faça hipóteses e medidas, que realize uma coleta de dados, que construa o seu próprio experimento, para que a experimentação não se transforme numa simples demonstração. Fazer experimentos com uma corda vibrante, determinando os modos normais de vibração, ou calcular o período de um pêndulo são alguns exemplos disso.

Muitas outras relações e interligações podem ser feitas internamente à Física e desta com outras áreas. Apresentou-se aqui um panorama muito breve de algumas associações que podem ser trabalhadas com o aluno cego. É importante lembrar que esta forma de ensinar permite atender também a necessidades do aluno não cego, pois, neste caso, a visão seria um sentido a mais, ou seja, a exploração mais intensa e freqüente dos outros sentidos também viria a contribuir no aprendizado do aluno não cego.

## IV – CONCLUSÃO

Diante de um crescente movimento pela inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais nas classes regulares de ensino e das necessárias transformações e adaptações para atender esta demanda, como o preparo do professor para atuar nesta área, materiais didáticos que contribuam para o aprendizado do estudante e melhor infra-estrutura na escola, buscou-se nesta dissertação traçar algumas linhas de ação ou caminhos, na área de ensino de Física, para melhor contribuir com a formação do aluno cego.

Verificou-se que a construção de caminhos para a formação do conhecimento em Física pode partir da própria troca com os alunos, de seus interesses, expectativas e de suas experiências, e que as outras percepções, táteis, auditivas e cinestésicas, por exemplo, são verdadeiras aliadas nesta construção. Que mesmo sendo difícil conhecer os modelos mentais construídos pelos alunos, deve-se ter o cuidado de não considerar que imediatamente os alunos apreenderam todo o conhecimento, ou seja, os modelos conceituais que lhes foram apresentados. Além disso, que a relação professor-aluno é importante para a realização de um trabalho frutífero, devendo ser estabelecida da melhor maneira possível para que as trocas sejam significativas, podendo juntos, aluno e professor, aprender constantemente.

A partir de atividades que envolvam o lúdico, o “olhar” diferente para velhos fenômenos, a partilha entre os participantes, a ligação entre várias áreas e o espaço para a criação e produção do aluno, pode-se construir um ensino que seja formador,

que contribua para o desenvolvimento pessoal, profissional, ético, político e social do educando. Estas atividades podem instigar o aluno a alcançar seus objetivos de forma mais autônoma e independente, possibilitando o seu crescimento enquanto pessoa, aumentando sua auto-estima e aguçando o seu interesse pelo saber.

Sabe-se que muito ainda precisa ser feito para se oferecer um ensino significativo para o aluno cego, mas é por meio de tentativas e erros que será possível conseguir compreender as melhores maneiras de se trabalhar com cada aluno. Reitera-se que o que foi apresentado neste trabalho partiu de experiências com um grupo específico de alunos cegos, sendo portanto importante repensar tais caminhos para novos grupos de educandos, pois cada um deles possui suas experiências, seus modelos mentais e suas percepções do mundo que os cerca. Cada um constrói um modelo de mundo diferente, o que contribui para uma troca importante e necessária para se construir o conhecimento. Além disso, será necessário pensar não apenas num grupo específico de alunos cegos, mas na integração desses educandos nas classes regulares. É necessário estabelecer a participação de todos os membros da escola para conceber, na prática, a inclusão.

Desta forma, ainda é preciso conhecer mais sobre o aluno cego, buscar entender um pouco melhor a construção dos seus modelos, saber sua forma de aprender o mundo e seus fenômenos, além de buscar novos caminhos para tecer o ensino de Física. Com poucas pesquisas nesta área e tantas questões a serem pesquisadas, acredita-se que trabalhos como este devem ser multiplicados, com o objetivo de proporcionar uma melhor estrutura para o ensino do aluno cego e acreditando, ainda, que tal estrutura também possa contribuir na formação do aluno que vê. A idéia é buscar outras alternativas que não se limitem a adaptações

somente, mas que hajam verdadeiras reestruturações na essência do ensino para cegos. E para isso, nada melhor do que O Constante Diálogo:

*Há tantos diálogos*

*Diálogo com o ser amado*

*o semelhante*

*o diferente*

*o indiferente*

*o oposto*

*o adversário*

*o surdo-mudo*

*o possesso*

*o irracional*

*o vegetal*

*o mineral*

*o inanimado*

*Diálogo consigo mesmo*

*com a noite*

*os astros*

*os mortos*

*as idéias*

*o sonho*

*o passado*

*o mais que futuro*

*Escolhe teu diálogo*

*e*

*tua melhor palavra*

*ou*

*teu melhor silêncio*

*Mesmo no silêncio e com o silêncio*

*dialogamos.*

*Carlos Drummond de Andrade.*

## V – BIBLIOGRAFIA

- ACHARD, P. et al.. **Papel da memória**. Tradução J. H. Nunes. Campinas: Pontes, 1999. 72 p.
- ALBUQUERQUE, A. T. **Dicionário de citações**. 2. ed. São Paulo: Conquista, 1977. Vol. 1 e 2.
- AMALDI, U. **Imagens da Física**: as idéias e as experiências do pêndulo aos quarks. Curso completo. São Paulo: Editora Scipione LTDA, 1995.
- AMIRALIAN, M. L. T. M. **Compreendendo o cego**: uma visão psicanalítica da cegueira por meio de desenhos – estórias. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997. 324p.
- ANTIPOFF, H. Da orientação sociocultural em psicologia a uma concepção democrática de educação. **Revista Psicologia: Ciência e Profissão**, Brasília, n.1 do Conselho Federal de Psicologia. 1992. P. 4-13.
- ATLAS visuais, **O Universo**. Tradução Ronaldo Rogério de Freitas Mourão. São Paulo: Ática, 1999.
- BACHELARD, G. **A poética do espaço**. Tradução A. P. Danesi. São Paulo: Martins Fontes, 1993. 242 p.
- \_\_\_\_\_. **A formação do espírito científico**. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: ContraPonto, 1996. P. 7-120.
- BARTHES, R. **Aula**. Tradução Leyla Perrone-Moisés. 7. ed. São Paulo: Cultrix, 1996. 94 p.
- BAUGHMAN, J.; ZOLLMAN, D. Physics labs for the blind, **The Physics Teacher**, p. 339-342, sep. 1977.
- BAUMEL, R. C. R. C. Escola inclusiva: questionamentos e direções. In: BAUMEL, R. C. R. C.; SEMEGHINI, I. (Orgs.). **Integrar/Incluir**: desafio para a escola atual. São Paulo: FEUSP, 1998. P. 33-44.

\_\_\_\_\_. **Notas de aula**, da disciplina Visão Subnormal e Educação, da Faculdade de Educação, USP. São Paulo: 1999. 1º sem.

BARRAGA, N. C.; MORRIS J. E. **Livro de informações sobre visão subnormal**, Tradução FLCB para o Curso de Atualização de Professores, realizado no Serviço de Educação Especial, 1984. 68 p.

BECKER, F. **A epistemologia do professor: o cotidiano da escola**. Petrópolis: Vozes, 1994.

BORGES, J. L. **Sete noites**. Tradução João Silvério Trevisan. [s.l.: Max Limonad], 1985. P. 145-183.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: adaptações curriculares - estratégias para a educação de alunos com necessidades educacionais especiais**/Secretaria de Educação Fundamental. Secretaria de Educação Especial. Brasília: MEC/SEF/SEESP, 1998. 62 p. (Paginação eletrônica, <http://www.mec.gov.br/seesp/adap.shtm>. Acesso em maio de 2000).

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMT, 1998. Parte I – Bases legais, 110 p. (Paginação eletrônica, <http://www.mec.gov.br/seesp/adap.shtm>. Acesso em maio de 2000).

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMT, 1998. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 58 p. (Paginação eletrônica, <http://www.mec.gov.br/seesp/adap.shtm>. Acesso em maio de 2000).

BRONOWSKI, J. **O olho visionário: ensaios sobre arte, literatura e ciência**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998. 248 p.

BUSCAGLIA, L. **A história de uma folha: uma fábula para todas as idades**. Tradução A. B. Pinheiro de Lemos. Rio de Janeiro: Record, 1999. 32p.

CALVINO, I. **Seis propostas para o próximo milênio**. Tradução I. Barroso. 2. ed. São Paulo: Companhia de letras, 1995. 142 p.

CAMARGO, E. P.; SCALVI, L. V. A.; BRAGA, T. M. **O ensino de Física e os portadores de deficiência visual: aspectos observacionais não-visuais de**



**questões ligadas ao repouso e ao movimento dos objetos.** Educação para a Ciência: da pesquisa à prática docente. São Paulo: UNESP, 2000. P. 117-133.

CANALLE, J. B. G. **Oficina de Astronomia.** Textos selecionados para a Oficina de Astronomia, oferecida no Instituto de Física da Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IF/UERJ, 1995. 126 p.

CANIATO, R. **O Céu.** São Paulo: Ática, 1990. 104 p.

CARNENAS, M.; RAGOUT de LOZANO, S. Análisis de una Experiencia Didáctica Realizada para Construir Conceptos Fundamentales de Termodinámica. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol. 14, n. 2, p. 170-178, ago. 1997.

CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 1998. (Coleção questões da nossa época, volume 26). 120 p.

CHAUÍ, M. **Convite à filosofia.** 9. ed. São Paulo: Ática, 1997. P. 120-135.

COLLI, W. Arte e Ciência: produtos comuns da intuição. In: **Schenberg: Arte e Ciência.** São Paulo: ECA/USP, 1997. (Schenberg; 3), P. 71-72.

CORTÁZAR, J. **Histórias de cronópios e de famas.** Tradução Gloria Rodríguez. 3. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1977. 160 p.

DAGOGNET, F. **Bachelard.** Tradução Alberto Campos. Lisboa: Edições 70, 1980. 102 p.

**Declaração de Salamanca e linha de ação:** sobre necessidades educativas especiais. 2. ed. Tradução Edilson Alkmim da Cunha. Brasília: CORDE, 1997. 54 p.

DELERUE, A. **Rumo às estrelas:** guia prático para observação do céu. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1999. 88 p.

ECO, U. **Obra aberta.** 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 1997. P.7-89.

EINSTEIN, A. **Notas autobiográficas.** 5. ed. Tradução Aulyde Soares Rodrigues. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982. 90 p.

FARIA, R. P. (Org.). **Fundamentos da Astronomia.** 3. ed. São Paulo: Papyrus, 1987. 302 p.

- FELICIO, V. L. G. **A imaginação simbólica nos quatros elementos bachelardianos**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1994. 140 p. (Ensaaios de Cultura; vol.5).
- FERRAZ, R. **Visão e revisão conceito e pré – conceito**. Espírito Santo: Digrapel, 2000. (Coletânea de cartuns – 1981-2000).
- FERREIRA, R. C. V. **Ser deficiente não é defeito**. 3. ed. São Paulo: PBQ, [199-]. 96p.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 12. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 168 p. (Coleção leitura).
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983. P. 71.
- FONSECA, V. **Dificuldades de Aprendizagem**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995. P. 254-264.
- GEORGE F. S. Jr. Teaching Astronomy for the blind: providing a lecture and laboratory experience. **American Journal Physics**, vol. 59, n. 4, p. 360-363, apr. 1991.
- GRECA, I. M. Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, vol. 15, n. 2, p. 107-120, ago. 1998.
- REF. **Física 1: mecânica**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996. 336 p.
- \_\_\_\_\_. **Física 2: física térmica/óptica**. 3. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996. 368 p.
- \_\_\_\_\_. **Física 3: eletromagnetismo**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995. 440 p.
- GUIMARÃES, N. G. Relações sobre Arte e Ciência. In: **Schenberg: Arte e Ciência**. São Paulo: ECA/USP, 1997. (Schenberg; 4), P. 126-132.
- HELLER, N. A. **Touch, representation and blindness**. New York: Oxford University Press, 2000. P. 2-25. (Debates in psychology).

- HUME, D. Investigação acerca do entendimento humano. Tradução Anoar Aiex. In: **Os Pensadores – Hume**. São Paulo: Nova cultural, 1999. P. 35-47.
- INSTITUTO DE FÍSICA/USP. **Trabalho humano e uso de energia**. São Paulo: CESP, 1986. 41p.
- JAPIASSÚ, H. **Para ler Bachelard**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1976. 180 p.
- KELLER, F. S. **A definição da psicologia**: uma introdução aos sistemas psicológicos. Tradução Rodolpho Azzi. São Paulo: EPU, 1974.
- KENNEDY J. M. What can we learn about pictures from the blind? **American Scientist**, vol. 71, p. 19-26, jan/feb. 1983.
- KNELLER, G. F. **A Ciência como atividade humana**. Tradução Antônio José de Souza. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998. P. 122-154.
- LOPES, A. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, vol. 13, n. 3, p. 248-273, dez. 1996.
- LOWENFELD, V. & BRITAIN, W. L. **Desenvolvimento da capacidade criadora**. Tradução de A. Cabral. São Paulo: Mestre Ju, 1977. P. 13-50.
- LUCIE, P. **A gênese do método científico**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1978. 152 p.
- MACHADO, A. A. **Apólogo brasileiro sem véu de alegoria**. Disponível em: <http://www.releituras.com/almacapolo.htm>. Acesso: 15/09/2001.
- MACHADO, N. J. **Educação: projetos e valores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2000. 158 p. (Coleção ensaios transversais).
- MACHADO, R. Arte, Ciência e Educação. In: AJZENBERG, E. **Schenberg: Arte e Ciência**. São Paulo: ECA/USP, 1997. (Schenberg; 3), P. 47-51.
- MAGRITTE, R. **O espelho falso**. Museu de Arte Moderna de Nova Iorque. 1935. Original de arte, óleo sobre tela, 54 cm x 80,9 cm.
- MASINI, Elcie F.S. **O perceber e o relacionar-se do deficiente visual**: orientando professores especializados. Brasília: CORDE, 1994. 161p.
- MATSUURA, O. T. **Atlas do Universo**. Rio de Janeiro: Scipione, 1996.

- MATTOS, E. A. Inclusão do professor no estabelecimento da avaliação do deficiente mental. In: BAUMEL, R. C. R. C.; SEMEGHINI, I. (Orgs.). **Integrar/Incluir: desafio para a escola atual**. São Paulo: FEUSP, 1998. P. 67-73.
- MEIRELES, C. Retrato. In: MEIRELES, C. **Viagem**, Rio de Janeiro: Nova Fronteira, [198-?]. p. 20.
- MENEZES, L. C. **Termodinâmica**: um resumo axiomático. São Paulo: Instituto de Física/USP, [198-?]. 40 p.
- MOURÃO, R. R. F. **Astronomia em Camões**. Rio de Janeiro: Lacerda Editores, 1998. 170 p.
- NEJAR, C. **Caderno de fogo**: ensaios sobre poesia e ficção. São Paulo: Escrituras Editora, 2000. 136 p. (Coleção ensaios transversais).
- NOVA CULTURAL (EDITORIA), **Olhos e Ouvidos**, Grandes Temas da Medicina. Manual Ilustrado de Anatomia, Doenças e Tratamentos. São Paulo: Nova Cultural, 1990. 60 p.
- NOVELLO, M. **Os sonhos atribulados de Maria Luísa**: uma alegoria da cosmologia e da física. Rio de Janeiro,: Jorge Zahar Ed., 2000. 128 p.
- NOWILL, D. G. **Sistema braille**: seu uso, produção e distribuição. São Paulo: Oficinas da Editora Belisco LTDA, 1975.
- PARKER, S. **A cegueira**. Tradução Nelson Bolognini Jr. São Paulo: Scipione, 1994. 32 p. (Coleção conviver).
- PARRY, M. & BRAZIER, M., A teaching college Physics to a blind student, **The Physics Teacher**, v. 35, p. 470 - 474, nov. 1977.
- PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações Científicas**, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, vol. 4, n. 3, dez. 1999. Disponível em : [http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol4/n3/v4\\_n3\\_a3.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol4/n3/v4_n3_a3.htm). Acesso em: 9 nov. 2000.
- PINTO, A. C.; ZANETIC, J. É possível levar a física quântica para o ensino médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, vol.16, n. 1, p. 7-34, abr. 1999.

- \_\_\_\_\_. **Textos de evolução:** a filosofia e o ensino de física, da disciplina Evolução dos Conceitos da Física, Instituto de Física, USP, São Paulo, 2000. 1º sem. 2ª parte. P. 85-132.
- PLAZA, J. Arte/Ciência: uma cons-ciência. In: **Schenberg: Arte e Ciência**. São Paulo: ECA/USP, 1997. (Schenberg; 3), P. 98-108.
- PUCCI, L. F. S. **Espaço: o último desafio;** uma introdução à astronomia e à exploração espacial. São Paulo: Devon, 1997, 108 p.
- RIBEIRO, M. L. S. Coordenação pedagógica na escola inclusiva: algumas reflexões. In: BAUMEL, R. C. R. C.; SEMEGHINI, I. (Orgs.). **Integrar/Incluir:** desafio para a escola atual. São Paulo: FEUSP, 1998. P. 45-51.
- REFERÊNCIAS Bibliográficas: adote um cego. **Revista Nosso Cão**, São Paulo, ano 4, n. 40, p. 6-10, 2000.
- ROBILOTTA, M. R. **Construção & realidade no ensino de Física**. Mimeo. São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 1985. P. 1-11.
- ROBILOTTA, M. R. O cinza, o branco e o preto: da relevância da História da Ciência no ensino de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, vol. 5, n. especial, p. 7-22, jun. 1988.
- \_\_\_\_\_. Normal e natural. In: ROBILOTTA, M. R. **Textos de aula**, da disciplina Construção e Realidade no Ensino de Física, Instituto de Física, USP, 1995. P. 1-18.
- RODARI, G. **Gramática da fantasia**. Tradução Antônio Negrini. 9. ed. São Paulo: Summus, 1982. 162 p. (Novas buscas em educação, vol. 11).
- RÓIG, C. Materiales em relieve: criterios de producción, catalogación y distribución. **Integracion**, v.4, p. 28-32, oct. 1990.
- ROSA, J. G. O espelho. In: Rosa, J. G. **Ficção completa:** em 2 volumes. Rio de Janeiro: Nova, 1994. P. 437-442. (Primeiras estórias, vol. 2).
- ROSA, P. R. S. O uso de computadores no ensino de Física. Parte I: potencialidades e uso real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 17, n. 2, p. 182-195, jun. 1995.
- SACKS, O. **A ilha dos daltônicos**. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia de Letras, 1997. 288 p.

\_\_\_\_\_. **Um antropólogo em Marte**: sete histórias paradoxais. Tradução de Bernardo Carvalho. São Paulo: Companhia de Letras, 1996. 336 p.

\_\_\_\_\_. **Vendo vozes**: uma viagem ao mundo dos surdos. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia de Letras, 1998. 200 p.

SALOMON, S. M. **Deficiente visual**: um novo sentido de vida - proposta psicopedagógica para ampliação da visão reduzida. São Paulo: LTr, 2000. 184 p.

SANTOS, L. T. Astronomia e Arte: uma experiência na educação especial. In: CONGRESSO NACIONAL DE ARTE-EDUCAÇÃO NA ESCOLA PARA TODOS, 5., 2000, Brasília, **Resumos...**, Brasília: SEE, 2000. P. 151.

\_\_\_\_\_. O olhar do deficiente visual para o ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7., 2000, Florianópolis, **Resumos...**, Florianópolis: UFSC, 2000. P. 113.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Serviço de Educação Especial. CAP – Centro de Apoio Pedagógico para Atendimento ao Deficiente Visual. **Código matemático unificado para a língua portuguesa**. São Paulo: CAP, 1999. 80 p. (Adaptação em tinta pelo CAP – Centro de Apoio Pedagógico para Atendimento ao Deficiente Visual, em julho de 1999).

\_\_\_\_\_. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **O deficiente visual em classe comum**. São Paulo: SE/CENP, 1993. 104 p. (Prática pedagógica).

\_\_\_\_\_. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Sorobã adaptado para cegos**: descrição e técnica de utilização. 2. ed. São Paulo: SE/CENP, 1992.

SARAMAGO, J. **Ensaio sobre a cegueira**. São Paulo: Companhia de Letras, 1999. 312 p.

SEMEGHINI, I. A escola inclusiva investe nas potencialidades do aluno: tópicos para a reflexão com a comunidade. In: BAUMEL, R. C. R. C.; SEMEGHINI, I. (Orgs.). **Integrar/Incluir**: desafio para a escola atual. São Paulo: FEUSP, 1998. P. 13-32.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 20. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 1996. 272 p.

- SPOLIN, V. **Improvisação para o teatro**. São Paulo: Perspectiva, 1979. 356 p.
- STORTINI, C. R. **Dicionário de Borges**: o Borges oral, o Borges das declarações e das polêmicas. Trad. Vera Mourão. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1986.
- TIOLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 10. ed. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 2000. P. 7-46. (Coleção temas básicos de pesquisa-ação).
- TIPLER, P. **Física para cientistas e engenheiros**: ótica e física moderna. Tradução Macedo, H. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. P.17.
- TORRES, I. e CORN A. L. Quando houver crianças deficientes da visão em sua sala de aula: sugestões para professores. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, vol. 4, n. 9, p. 3-12, jun. 1998.
- VENDRAMINI, V. **Hora do arco-íris**: poemas. Minas Gerais: Ed. Alba, 1999. 96 p.
- \_\_\_\_\_. **Matizes**. Rio de Janeiro: Blocos Editora, 1999. 64 p.
- \_\_\_\_\_. **Primavera urbana**. Rio de Janeiro: Blocos Editora, 1997. 96 p.
- VITALE, B. Computador na escola: um brinquedo a mais? **Ciência Hoje**, vol. 13, n. 77, p. 19-25, out/nov 1991.
- WEEMS, B. A physical science course for the visually impaired, **The Physics Teacher**, p. 333-338, sep. 1977.
- WEIL, P.; TOMPAKOW, R. **O corpo fala**: a linguagem silenciosa da comunicação não – verbal. 45. ed. Petrópolis: Vozes, 1999. 288 p.
- WINDELBORN, A. F. Doing physics blind. **The Physics Teacher**, vol. 37, p.366-367, set. 1999.
- ZAMBONI, S. A pesquisa em Arte e a pesquisa em Ciência. In: **Schenberg: Arte e Ciência**. São Paulo: ECA/USP, 1997. (Schenberg; 3), P. 93.
- ZANETIC, J. **Literatura e cultura científica**. Artigo-base para Mesa Redonda no 11º Congresso de Leitura do Brasil – COLE. Campinas, 1999. P. 11-33.
- \_\_\_\_\_. **Textos de evolução**: alguns tópicos de “filosofia” da Ciência, da disciplina Evolução dos Conceitos da Física, Instituto de Física, USP, São Paulo, 1999. 1º sem.

\_\_\_\_\_. **Textos de gravitação**, da disciplina Gravitação, Instituto de Física, USP, São Paulo, 1995. 2º sem. 63 p.

\_\_\_\_\_. **Textos da 358** – Física e Literatura: tentando construir uma proposta interdisciplinar, da disciplina Propostas e Projetos de Ensino de Física, Instituto de Física, USP, São Paulo, 2000. 2º sem. Cap. 11. P. 166-187.

#### Referências Eletrônicas:

<<http://www.deficientesvisuais.org.br/braille.htm>>

<<http://caec.nce.ufrj.br/~dosvox.htm>>

<<http://www.mec.gov.br/ibc/rev03htm.htm>>

<<http://www.edugraf.ufsc.br/lab/softs/geoplano.html>>

<<http://www.micropower.com.br/dv/vvision>>

<<http://www.pueblo.gsa.gov/crh/books.html>>

<<http://alexia.lis.uiuc.edu/~lis405/schoolmedia/special.html>>

<<http://www.fundacaodorina.org.br>>

<<http://www.mec.gov.br/ibc/org.htm>>



## VI – APÊNDICES

Algumas Instituições e Centros de Pesquisa destinados ou vinculadas à Educação Especial:

*CEPRE - Centro de Estudos e Pesquisa em Reabilitação "Prof. Dr. Gabriel Porto".*

Faculdade de Ciências Médicas. Universidade Estadual de Campinas.

Endereço: Av. Adolfo Lutz s/n. Cidade Universitária Zeferino Vaz. Campinas. SP.

Telefone: (0XX19) 788-8814

E-mail: [cepre@fcm.unicamp.br](mailto:cepre@fcm.unicamp.br)

*Compadres - Conselho Mundial de Pais e Amigos do Deficiente Visual*

Endereço: Rua Conselheiro Brotero, , nº 353. Barra Funda. São Paulo.

Telefone: (0XX11) 3662-6177 Ramal: 116

Homepage: <http://www.compadres.org.br>

*CORDE - Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência.*

Homepage: [http://www.mj.gov.br/sndh/corde\\_ongs.htm](http://www.mj.gov.br/sndh/corde_ongs.htm)

*Estação Especial da Lapa*

Endereço: Rua Guaicurus, nº 1274, Lapa - Zona Oeste de São Paulo.

Homepage: <http://www.fussesp.sp.gov.br/lapa.html>

*Fundação Dorina Nowill para Cegos*

Endereço: Rua Dr. Diogo Faria, nº 558. Vila Clementino. São Paulo.

Telefone: (0XX11) 549-0611

Homepage: <http://www.fundacaodorina.org.br>

*Instituto de Cegos Padre Chico*

Endereço: Rua Moreira de Godoi, 456 - Ipiranga – SP. CEP 04266-060

Telefone: (0XX11) 274-4611 - FAX (0XX11) 274-4132

Homepage: [ipc@padrechico.org.br](mailto:ipc@padrechico.org.br)

*Instituto Benjamim Constant*

Endereço: Av. Pasteur, nº 350/368. Urca. Rio de Janeiro.

Telefone: (0xx21) 295-4498

Homepage: <http://www.mec.gov.br/ibc/org.htm>

*Laramara*

Endereço: Rua Conselheiro Brotero, nº 338. Barra Funda. São Paulo.

Telefone: (0XX11) 826-3744

E-mail: [laramara.brasil@mandic.com.br](mailto:laramara.brasil@mandic.com.br)

*MAC - Museu de Arte Contemporânea - Divisão de Ensino e Ação Cultural*

"Projeto Museu e Público Especial".

Coordenação: Amanda Fonseca Tojal.

Telefone: (0XX11) 3818-3327

Homepage: <http://www.mac.usp.br/projetos/pespecial/index.html>

*NCE - Núcleo de computação Eletrônica/UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro.* Coordenação: Antônio Borges.

Homepage: <http://www.nce.ufrj.br>

*SEESP - Secretaria da Educação Especial.*

Homepage: <http://www.mec.gov.br/seesp>

## VII – ANEXOS

### A – Entrevista: Os Conceitos de Calor e Temperatura

#### A.1 – Entrevista 1:

Data: Rio de Janeiro, 19 de abril de 1999.

Local: Colégio Pedro II.

Aluno entrevistado: A (2ºano do ensino médio - cego).

P: O que vem a sua cabeça quando você ouve a palavra temperatura?

A: Clima

P: Que coisas estão relacionadas a temperatura?

A: 20°, 30°, 40°, 10°. Alguma coisa está quente, está frio. Tempo. Por exemplo: Alguém brigando na rua, o tempo fechou.

P: O que vem a sua cabeça quando você ouve a palavra calor?

A: Tempo quente.

P: A que coisas você relaciona a palavra calor?

A: Tem relação com praia, piscina e cachoeira. Prancha de *surf* também.

P: Existe alguma relação entre calor e temperatura?

A: Calor é uma temperatura muito alta. Calor e temperatura são iguais.

P: Porque?

A: Por que sim.

P: O que é um termômetro ?

A: Aparelho que mede a temperatura.

P: O que você acha de um termômetro em braille, que você pudesse ler sozinho?

A: Existe um aparelho para medir temperatura no EUA em Braille. Seria legal.

P: Imagine que você é um cientista, como você definiria as palavras calor e temperatura.

A: Temperatura é o clima do planeta e calor também.

P: O que você entende por equilíbrio térmico?

A: Equilíbrio da temperatura, ela se mantém constante. Se mantém por exemplo a 30° o dia todo.

P: Como você percebe se o fogão está ligado ou não? Alguém lhe ensinou essas coisas?

A: Não, a minha mãe não deixa eu chegar perto do fogão.

P: E no Benjamin Constant, alguém lhe ensinou?

A: Também não.

## A.2 – Entrevista 2:

Rio de Janeiro, 23 de abril de 1999.

Local: Colégio Pedro II.

Alunos Entrevistados:

A1 (2ºano do ensino médio – baixa visão).

A2 (2ºano do ensino médio – baixa visão).

A3 (2ºano do ensino médio – cego).

A4 (3ºano do ensino médio – baixa visão).

Observação: Apenas o aluno A2 já estudou estes conceitos, os outros começaram este ano.

P: O que vem a sua cabeça quando você ouve a palavra temperatura?

A1: Convenção, número...

A2: Calor, termômetro, relacionado ao clima.

A3: Calor.

A4: Quantidade de calor.

P: Que coisas vocês relacionam a temperatura?

A1: Ambiente.

A2: Tempo.

A3: Ambiente, pessoas, seres vivos...

A4: Ambiente também, a água do mar possui uma temperatura.

P: E quando eu falo em calor, o que vem na cabeça de vocês?

A1: Ativação de moléculas.

A2: Suor, perda de líquido, equilíbrio térmico.

A1: Tem que ter dois corpos, entre dois corpos diferentes.

A4: Para ter trocas de calor você precisa ter dois corpos, por que tem um corpo que vai transmitir calor e outro que vai receber calor.

P: Como devem estar esses corpos, em contato ou separados?

A1: Em contato.

A4: Em contato.

A3: Não entendi a pergunta.

P: Se você tem dois corpos eles precisam estar em contato para que se tenha calor?

A3: Acho que não.

P: O que vem então a sua cabeça quando falo em calor?

A3: Temperatura.

P: Vocês acham que essas duas coisas estão interligadas?

A3: Acho.

A1: Não.

P: E o que interliga essas duas coisas?

A4: Eu acho que a temperatura é pra você dizer o quanto de quantidade de calor. O corpo recebeu calor e ficou com uma determinada temperatura. O corpo perdeu calor e aí mudou a temperatura dele. Varia, de acordo com a quantidade de calor a temperatura varia.

A2: Eu acho que pode aumentar ou pode abaixar devido a outros corpos na localidade deles, pode estar muito distante como por exemplo o Sol.

P: Que objetos que vocês manipulam no dia – a – dia, que vocês acham que se relacionam com calor e temperatura?

A1: Caneta metálica. P: Por quê? A1: porque ela esquenta de acordo com que a gente usa ou esfria.

A4: Nosso próprio corpo, exercícios físicos...

A3: Geladeira, fogão, ferro de passar, chuveiro elétrico,...

A2: Fliperama, serpentina, quando eu estou trabalhando,...

P: Que coisas que são relacionadas ao calor?

A1: Fogo.

A4: Nosso corpo também. Quando a gente entra debaixo do chuveiro frio há uma troca de calor.

A3: Sol.

A1: Ativação de moléculas.

P: Existe alguma relação entre calor e temperatura?

A1: A temperatura é a quantidade de ativação das moléculas em relação ao meio. Calor é energia cinética dessas moléculas em efetivação.

A4: Concordo com ele, mas ele explica de uma maneira muito abstrata. Vou tentar ser mais concreto. A temperatura: cada corpo possui uma temperatura, a temperatura é exclusiva dele. Para haver calor ou transmissão de calor, precisa haver mais de um corpo, então um corpo não possui calor por ele mesmo. Eu acho que o corpo possui temperatura. Calor é uma coisa que está sempre em movimento, uma coisa que está sendo transmitida de um lugar para outro.

A3: Eu acho que a temperatura é a unidade de medida do calor.

P: E o calor?

A3: Difícil de responder.

A2: Temperatura só pode ser a medida do calor. Calor é a elevação da temperatura.

A3: Eu acho que calor é o aumento de temperatura, e eu não tenho certeza não, eu acho que tem alguma coisa haver com energia.

P: E o que é energia?

A3: É alguma coisa que a gente precisa para sobreviver, essas coisas assim.

A1: Acúmulo do corpo.

P: O que é um termômetro?

Todos: É o que mede a temperatura.

P: Se tiver um objeto quente em contato com um objeto frio, o que vocês acham que irá acontecer?

A2: Acontecerá o equilíbrio térmico entre os dois corpos.

A4: Transferência de calor entre os dois corpos.

P: O que é equilíbrio térmico?

A4: Mesma temperatura para os dois corpos.

A1: Acontece o equilíbrio térmico quando um corpo está mais quente, transfere calor para o que está mais frio, aí acontece o equilíbrio térmico.

A4: Os corpos estão a mesma temperatura.

P: Quando vocês estavam no Benjamim Constant, alguém ensinou para vocês como vocês deveriam lidar com o fogão, o fogo? Quais os tipos de prevenção?

A2: Existe uma salinha específica para as meninas.

A1: falam para tomar cuidado para não deixar o cabo da panela para fora do fogão, deixar o forno brando.

A3: Tive aula de culinária, ensinavam na prática como o Gilberto explicou.

P: Temperatura do corpo.

A1: É medida com o termômetro.

A4: É variável, tem um máximo e um mínimo mais é variável. Quando estamos com mais de 37° falam que a gente está com febre.

P: O que seria os 37° ?

A4: Seria a temperatura correta para as células entrarem em atividade. Temperatura normal, com uma temperatura mais alta, as células do nosso corpo não conseguiriam realizar os seus trabalhos.

P: O que você acha se tivesse um termômetro que você mesmo pudesse ler?

A3: Parece que existe aqui no Brasil, eu já ouvi falar. Seria ótimo.

P: Como vocês percebem que alguma coisa está quente ou está frio, como vocês lidam com isso? Se coloco uma panela quente como você distingue?

A1: Transmissão de calor.

A3: Pelo calor que ela libera.

A2: Quando a temperatura do corpo está maior do que a nossa.

A4: Quando estamos perto da panela nós vemos que tem vapor saindo. Supondo que tenha água dentro da panela, a uma certa temperatura, a água se torna gasosa e esse gás é aquecido e o ar quente é mais leve e a gente sente esse ar por



transmissão de calor. Por exemplo: você sente aquele calor, aquele ar aquecido que se transfere para o nosso corpo e se ficar muito tempo a gente sente o braço aquecido, bastante.

Sugestões:

A2: Que a próxima sala para a entrevista seja mais arejada.

A3: Que a aula tenha prática, tenha experimento. Quero saber sobre o ventilador, geladeira e ar condicionado.

## B – Atividades

### B. 1 – Atividade 1: Planetas: longe dos olhos, perto das mãos e da razão

#### B.1.1 – Epígrafe: Letra da música *Carimbador Maluco* de Raul Seixas

*Cinco, quatro, três, dois?  
Parem! Esperem aí!  
Onde é que vocês pensam que vão?  
Hum hum?*

*Plunct – Plact – Zummm  
Não vai a lugar nenhum  
Plunct – Plact – Zummm  
Não vai a lugar nenhum*

*Tem que ser selado  
Registrado, carimbado, avaliado e rotulado  
Se quiser voar  
Pra Lua a taxa é alta  
Pro Sol identidade  
Mas já pro seu foguete  
Viajar pelo Universo  
É preciso o meu carimbo  
Dando Sim! Sim! Sim!*

*O seu Plunct – Plact – Zummm  
Não vai a lugar nenhum  
Plunct – Plact – Zummm  
Não vai a lugar nenhum*

*Mas ora, vejam só  
Já estou gostando de vocês  
Aventura como esta  
Eu nunca experimentei  
O que eu queria mesmo era ir com vocês  
Mas já que eu não posso  
Boa viagem até outra vez!*

*Agora o Plunct – Plact – Zummm  
Pode partir sem problema algum  
O Plunct – Plact – Zummm  
Pode partir sem problema algum*

*Boa viagem meninos  
Boa viagem.*

### B.1.2 – História: *Do Mar ao Céu*

*“Todos os dias era tudo sempre igual. A menina Luana acordava, tomava seu banho, saboreava o seu café da manhã e com um sorriso faceiro ia passear na praia. Adorava ouvir as ondas do mar, sentir a brisa em seu rosto, abraçar o calor que o Sol proporcionava ao seu corpo, enfim, ouvir o bem-te-vi. Ah! ouvir o bem-te-vi era a coisa que Luana mais gostava, tinha a sensação de voar com ele, aonde quer que ele fosse. Como seriam os caminhos do bem-te-vi? O que poderia ele ver lá em cima? Como sentia o mundo? Perguntava-se todos os dias.*

*Num belo dia teve coragem de perguntar a seu pai:*

- Papai, o que há lá em cima?*
- Lá em cima aonde minha filha?*
- No céu, onde o bem-te-vi está!*
- Lá não há nada menina! Não me aborreça!*

*Luana ficou triste, mas sabia que seu pai andava tão ocupado, que não prestava atenção nessas coisas.*

*No dia seguinte fez a mesma pergunta a sua mãe:*

- Mamãe, o que há lá no céu?*
- Lá no céu só há nuvens. Nada de importante querida.*

*O sorriso faceiro de Luana novamente estava apagado. Não conseguia entender como um bem-te-vi tão bonito, poderia voar num lugar que não tinha nada, ou que só tinha nuvens.*

*Como sempre Luana passava pela praia para chegar à escola, só que desta vez com sua babá. Na realidade, a menina achava que a praia era a sua verdadeira escola, podia aprender muitas coisas pelo caminho, eram experiências inesquecíveis. A babá achou estranho a sua menina não estar com seu lindo sorriso matinal, e perguntou:*

- Luana, o que houve? Você está tão triste!*
- Sim. Gostaria de saber o que há lá no céu, onde o bem-te-vi passeia!*
- Minha querida, no céu tem muitas coisas.*

*Foi o suficiente para o sorriso faceiro de Luana voltar.*

- Além do Sol, nós temos a Lua, as estrelas, os planetas...*
- Ah! Como eu gostaria de conhecer os planetas! Os planetas são muito grandes?*
- Os planetas são enormes, mas quando estão perto do Sol se tornam muito pequeninhos, como grãos de areia, quase somem!*

- *Nossa, o Sol é tão grande assim?!*
- *Sim. O Sol é imenso! Luana nós podemos conhecer os planetas.*
- *Podemos?! Como?*
- *Podemos voar, voar, voar tão alto, que conseguimos tocar os planetas. E nós podemos fazer isso agora!*

#### Momento da apresentação dos planetas!

*Aquele era o dia mais feliz da vida de Luana. Não podia deixar sua felicidade passar tão rápido, foi correndo contar a sua professora o que tinha acontecido. A professora encantada com os fatos de Luana, pediu que a menina mostrasse a sua descoberta aos seus amiguinhos da escola, usando a massinha de modelar que eles sempre brincavam.*

#### Momento de criação com a massa de modelar!

*Seus amiguinhos maravilhados com a descoberta de Luana, presentearam a menina com pétalas de rosa colhidas no bosque da escola e com a letra da música "O Céu" disseram:*

*"O céu vai tão longe está perto  
o céu fica em cima do teto  
o céu tem as quatro estações  
escurece de noite, amanhece com o sol  
O céu serve a todos  
o céu ninguém pode pegar  
o céu cobre a terra e a lua  
entra dentro do quarto, rua do avião*

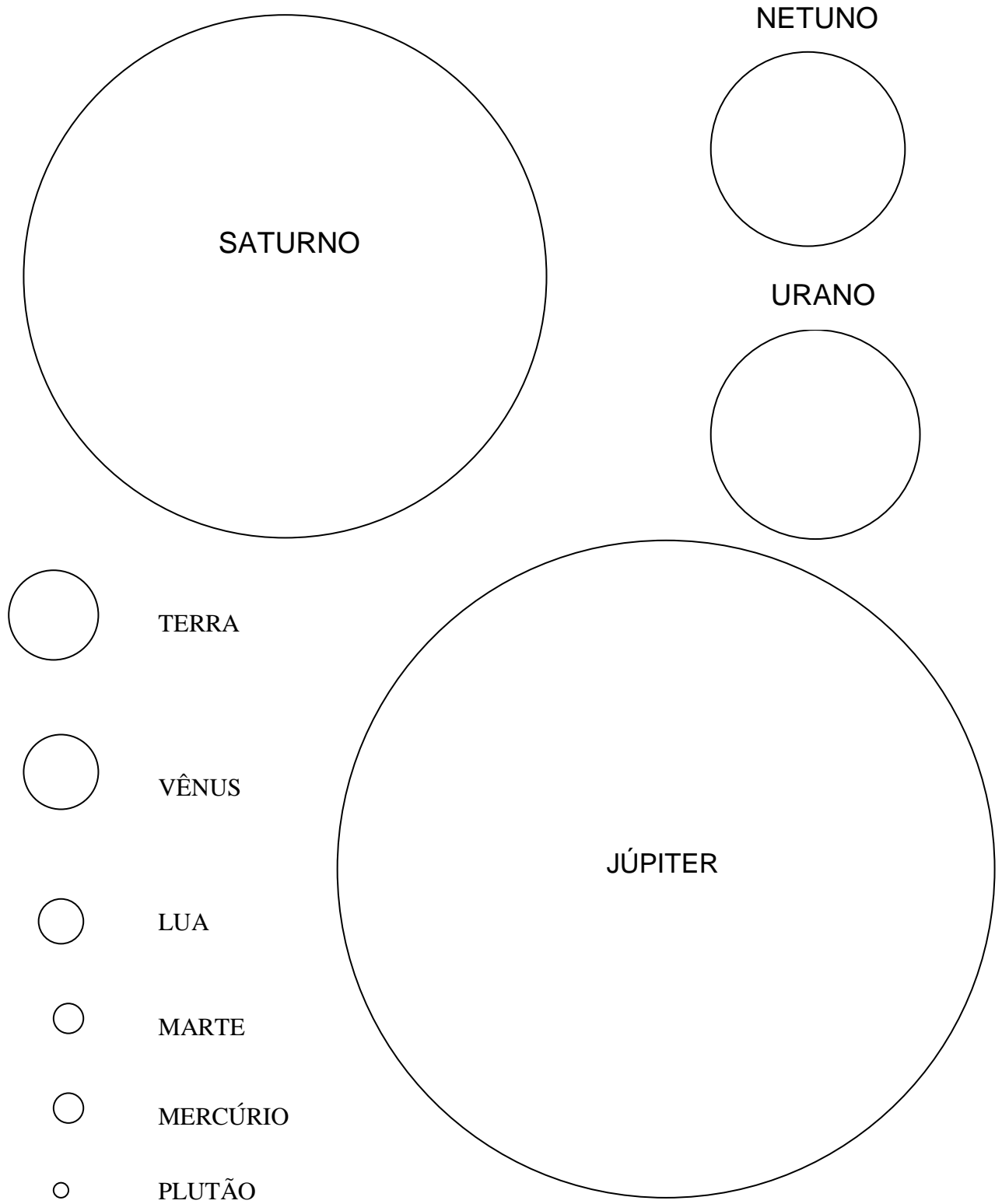
*Dentro do universo mora o céu  
O céu pára-quedas e saltos  
o céu vai do chão para o alto  
o céu sem começo nem fim  
Para sempre serei seu fã*

*Olhai pro céu, olhai pro chão"*

(Nando Reis - Marisa Monte)

*Então: Sintam o céu, sintam o chão!*

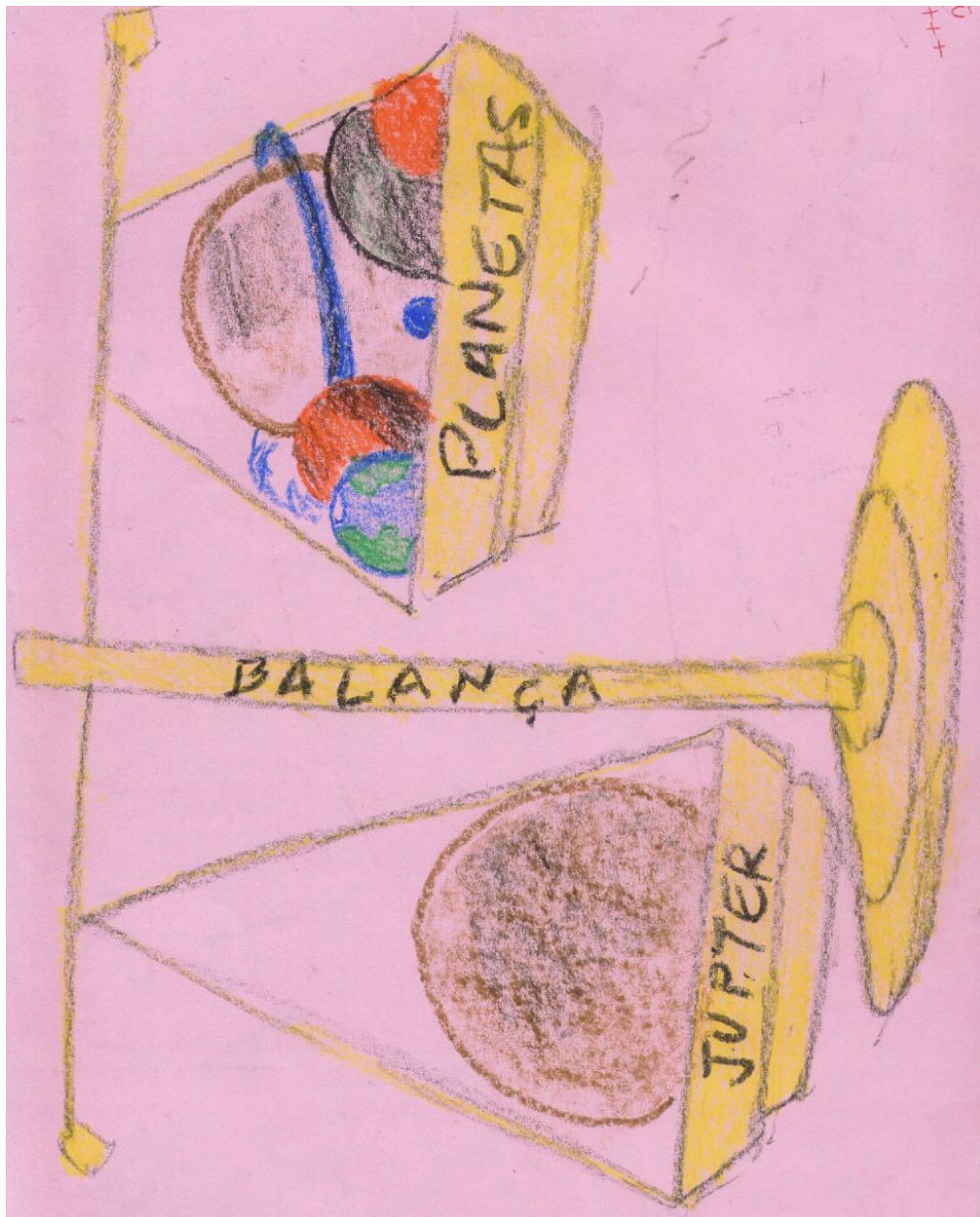
B.1.3 – Escala dos planetas utilizada, considerando o Sol como uma bola de assoprar de 80cm de diâmetro (baseada na escala do Prof. João B. G. Canalle, 1995):



B. 2 – Atividades realizadas com os alunos do Prof. Marcos Tofoli

B.2.1 – Alguns desenhos feitos pelos alunos do Prof. Marcos Tofoli

Aluno A1:









Aluno A3:

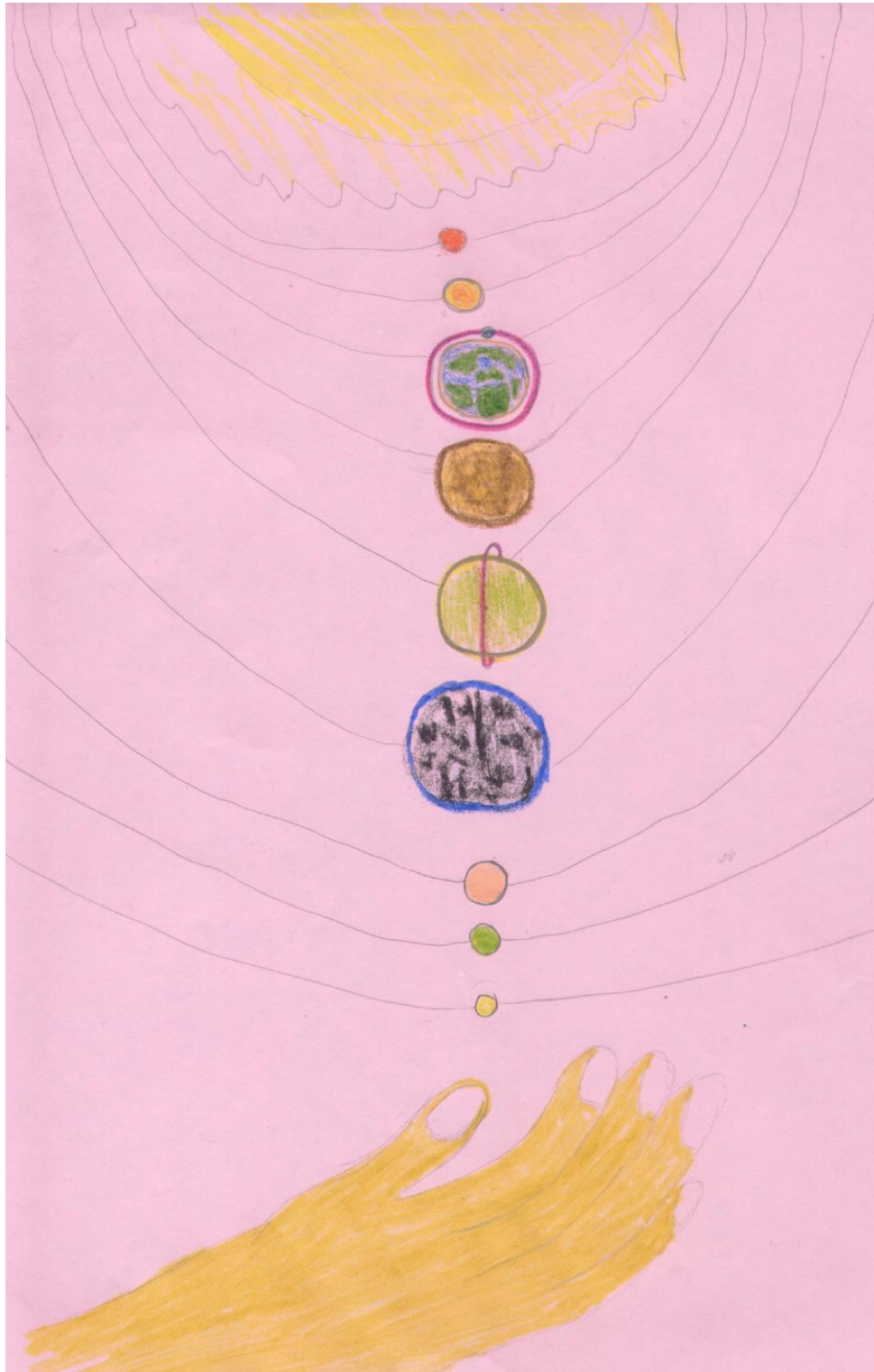




Aluno A4:



Aluno A5:



### B.2.2 – Questionário feito com os alunos do Prof. Marcos Tofoli

Reflexões sobre a atividade Sistema Solar: Longe dos Olhos, Perto das Mãos e da Razão

1) O que você achou desta atividade?

---

---

---

2) Você acha que este tipo de atividade deve ser aplicada em outros ramos da física e em outras disciplinas (química, matemática, história,...)? Por que?

---

---

---

3) Dê dois exemplos de temas que você gostaria que fossem abordados da mesma forma que esta atividade?

---

---

---

4) Como você acha que a sua noção de Universo mudou depois de ter participado desta atividade?

---

---

---

5) Este é o seu espaço, então: dê sugestões, faça críticas, recomendações, enfim o que vier à sua cabeça.

---

---

---

## B. 3 – Atividade 2: Caminhando pelo Sistema Solar

### B.3.1 – Epígrafe: Adélia Prado

*“Eu sempre sonho que uma coisa gera,  
Nunca nada está morto.  
O que não parece vivo, aduba..  
O que parece estático, espera.”*

### B.3.2 – História

*A menina Luana com sua mãe a caminho da escola pensa sobre o último passeio que fez com a sua babá:*

*Que viagem extraordinária que fizemos! Conhecemos os planetas, pudemos tocá-los e senti-los tão próximos. Criamos várias coisas com massa de modelar e ainda fiz muitas perguntas sobre as reações do Sol e a Origem do Universo.*

*1,2,3,4,5...*

*- Luana, o que você está fazendo? (Pergunta sua mãe)*

*- Estou contando quantos passos eu dou até chegar a escola mãe!*

*- Para quê?*

*- Ah! Porque eu quero saber a distância da minha casa até a escola.*

*Luana continuou contando os passos e de repente, começou a pensar: quantos passos eu deveria dar para chegar ao Sol? ou quanto eu deveria andar para chegar aos outros planetas?, pois até agora eu só pude perceber o tamanho deles.*

*Será que os planetas ficam como os meus vizinhos, um do lado do outro, podendo trocar uma xícara de açúcar de vez em quando por cima do muro?*

*Nossa! Quantas perguntas de uma só vez!*

*Preciso saber disso...*

## B.3.3 – Fechamento da atividade:

Letra da música *A Lua*:

*“A lua, quando ela roda é nova, crescente ou meia lua, é cheia  
E quando ela roda minguante e meia, depois é lua novamente,  
Quando ela roda é nova crescente ou meia lua, é cheia  
E quando ela roda minguante e meia, depois é lua nova  
Mente quem diz que a lua é velha  
Mente quem diz que a lua é velha, mente quem diz.”*

(Renato Rocha)

## B. 4 – Contato com os pais

### B.4.1 – Comunicado enviado aos pais dos alunos

São Paulo, 30 de outubro de 2000.

Senhores Pais,

Vimos através desta, comunicá-los que a professora Luciana Tavares dos Santos, antiga estagiária do Colégio Pedro II e muito envolvida com a educação especial, continua realizando algumas atividades didáticas com os nossos alunos. Seu trabalho de pesquisa na área de ensino de física direcionado para alunos com alguma deficiência visual, está sendo desenvolvido na Universidade de São Paulo - USP.

As atividades tem como objetivo pesquisar outras formas de ensino e aprendizagem, de fornecer melhores condições aos nossos estudantes e descobrir as suas expectativas e habilidades. Nas duas atividades realizadas, uma no Instituto Benjamim Constant e a outra no Museu de Astronomia - MAST (próximo ao Colégio), buscou-se discutir alguns conceitos de Astronomia, ressaltando as percepções tácteis e auditivas do nosso aluno.

Como forma de dar continuidade a este trabalho, estamos desenvolvendo mais três atividades, dentre elas uma visita ao parque de diversões Terra Encantada, na Barra da Tijuca. Pretendemos com esta visita, discutir os conceitos de física envolvidos nos brinquedos do parque, se apropriando das sensações e percepções do nosso aluno.

Esta atividade, sugerida pelos alunos, será desenvolvida pela professora Luciana junto ao professor Roberto Pimentel, que já vem algum tempo realizando esta atividade com os seus alunos do Colégio de Aplicação. Além disso, informaremos aos funcionários do parque, para que eles auxiliem na verificação da segurança do brinquedos. O ingresso do parque, para alunos com algum tipo de deficiência custa R\$ 3,00.

Sabemos que uma visita a um parque requer alguns cuidados, por isso estamos enviando esta carta, para pedir a autorização e algumas informações ao responsável do estudante. Pedimos ainda, que por gentileza, o responsável preencha e assine a ficha no anexo.

Convidamos também o responsável, ou qualquer outro representante da família, para acompanhar o estudante neste importante passeio.

Agradecemos a colaboração dos senhores pais nesta busca para a melhoria do aprendizado do nosso estudante.

Atenciosamente,

Profa. Luciana Tavares e Colégio Pedro II.

### B.4.2 – Pedido de autorização aos pais

#### Ficha de Autorização

Essas informações serão importantes para selecionar os brinquedos que os alunos poderão andar e alertar aos professores sobre os cuidados necessários.

1) Seu filho teve ou tem algum problema cardíaco? Especifique.

---

---

2) Seu filho tem algum tipo de problema de coluna? Especifique.

---

---

3) Outras informações importantes sobre seu filho:

---

---

4) Alguém da família acompanhará o estudante? Quem?

---

---

5) Sugestões:

---

---

Autorizo a participação do aluno (a) \_\_\_\_\_  
na atividade de visita ao Parque de Diversões Terra Encantada.

\_\_\_\_\_  
Responsável

Agradecemos a sua colaboração e aguardamos o retorno desta ficha.

## B. 5 – Questionário feito com os professores, alunos e pais

### B.5.1 – Reflexões dos Professores:

Nome do Professor (a): \_\_\_\_\_

Área de atuação: \_\_\_\_\_

Segue abaixo algumas perguntas como forma de melhorar o nosso trabalho:

1) Quantos alunos com deficiência visual que você já trabalhou? E que tipo de deficiência (cegueira total ou baixa visão) ele possuía?

---

---

2) Quais as dificuldades encontradas durante o trabalho com esses alunos? Como você tentou solucionar os problemas?

---

---

3) Quais as principais dificuldades no aprendizado de conteúdos científicos por estes alunos? Como você acha que poderiam ser solucionadas ou minimizadas?

---

---

4) Você acha que o trabalho realizado pelo estagiário é importante junto a estes alunos? Por que?

---

---

5) O que você achou das atividades realizadas pela educadora Luciana com estes alunos?

---

---



6) Você notou alguma mudança com relação aos alunos depois da realização destas atividades? Quais?

---

---

7) Você acha que estas atividades podem ser realizadas com os alunos que vêm? Por que?

---

---

8) Você acha que estas atividades são adequadas para sua situação de sala de aula ou como complementação a elas? Por que?

---

---

9) Você aplicaria ou não este tipo de atividades com os seus alunos? Por que?

---

---

10) Este é o seu espaço, então: dê sugestões, faça críticas, recomendações, enfim o que vier à sua cabeça.

---

---

**B.5.2 – Reflexões dos Alunos:**

Nome do Aluno (opcional):

1) Qual a idéia que você faz do Sistema Solar ?

---

---

2) O que você achou das atividades realizadas pela educadora Luciana?

---

---

3) Qual a atividade que você mais gostou? Por que?

---

---

4) Você aprendeu alguma coisa significativa nas atividades? O que?

---

---

5) Você gostaria que o seu professor realizasse atividades desse tipo no período das aulas?  
Por que?

---

---

6) Você acredita que estas atividades podem ser realizadas com os alunos que vêm? Por que?

---

---

7) O trabalho realizado pelo estagiário é importante para você? Por que?

---

---

8) Quais as dificuldades que você encontra na escola?

---

---

9) Este é o seu espaço, então: dê sugestões, faça críticas, recomendações, enfim o que vier à sua cabeça.

---

---

**B.5.3 – Reflexões dos Pais:**

Nome do Responsável (opcional): \_\_\_\_\_

Nome do Filho (a) (opcional): \_\_\_\_\_

Segue abaixo algumas perguntas como forma de melhorar o nosso trabalho:

1) O que você achou das atividades realizadas pela educadora Luciana com os alunos com deficiência visual?

---

---

2) Você notou alguma mudança com relação a seu (sua) filho (a) depois da realização destas atividades? Quais?

---

---

3) Você acha que seu filho(a) aprendeu alguma coisa significativa nestas atividades?

---

---

4) O trabalho realizado pelo estagiário junto a seu (sua) filho (a) é importante? Por que?

---

---

5) Quais as principais dificuldades (de relacionamento, infra-estrutura, aprendizado etc.) que seu filho (a) encontra na escola?

---

---

6) Este é o seu espaço, então: dê sugestões, faça críticas, recomendações, enfim o que vier à sua cabeça.

---

---