UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERUNIDADES EM ENSINO DE
CIÊNCIAS – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENSINO DE FÍSICA

ANDRE LUIS TATO L. DOS SANTOS

Atividades Multissensoriais para o Ensino de Física

São Paulo
2016
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERUNIDADES EM ENSINO DE
CIÊNCIAS – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENSINO DE FÍSICA

ANDRE LUIS TATO L. DOS SANTOS

Atividades Multissensoriais para o Ensino de Física

Tese apresentada ao Instituto de
Física da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutor
em Ensino de Ciências- Modalidade
Física.

Área de concentração: Ensino de
Ciências

Orientador: Prof. Dr. Éder Pires de
Camargo

Banca Examinadora

Prof. Dr. Cristiano Mattos - USP

Prof. Dr. Ivã Gurgel - USP

Prof. Dr^a. Alice Alexandre Pagan - UFSE

Prof. Dr^a. Maria da Conceição de Almeida Barbosa-Lima - UERJ

Prof. Dr. Éder Pires de Camargo – UNESP/ Ilha Solteira

São Paulo
2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

À mamãe Telma pelos 37 anos de dedicação
À todos os amigos que direta ou indiretamente
colaboraram para a pesquisa.
Aos meus alunos alvo da educação especial,
responsáveis por ampliar minha percepção de
mundo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor livre docente e amigo, Éder Pires de Camargo, por toda paciência, horas de discussão e orientação na construção de tão árduo trabalho em prol da educação inclusiva e justiça social.

Ao meu amigo e irmão de idas e vindas da USP, encorajador de novos desafios positivos na minha vida: monsieur Betão, pai do Vicente ou Dr. Roberto Soares da Cruz Hastenheiter. Sem você este caminho não seria trilhado.

Ao professor Cristiano Mattos por todas as vezes em que bati a sua porta (antes do café da manhã) para tirar dúvidas e procurar referências bibliográficas. Sempre fui muito gentilmente atendido mesmo quando ele estava assoberbado com diversas atividades ao mesmo tempo.

Ao todos os membros do grupo ECCO pelas suas imensas contribuições diretas e indiretas que tanto influenciaram meu trabalho final.

A todos os amigos de corredor pelas conversas e contribuições: Família, Leika, Flávia, Alexandre, Danilo, Esdras, André, Fernando, Jucivagno, Juliano, Renata, Graciella e tantos outros de grande importância cujo nome não estou lembrando no momento.

Aos amigos André Noronha, o família, e Leika Horii por terem me acolhido em seus lares. A boa recepção foi muito importante para alguém longe de casa.

À rapaziada da sala 302 B, companheiros de espaço coletivo e muitos outros colegas cujas conversas agregaram bastante.

A todos os membros do grupo de pesquisa ENCINE, em Bauru. Suas sugestões sempre foram muito importantes em nossos encontros.

À professora Maria Aparecida Etelvina Ivas Lima (Cida) pelos anos de luta na educação especial. Da “salinha dos ceguinhos” ao “Núcleo de Atendimento à Pessoa com Necessidades Especiais” (NAPNE).

Ao professor Raimundo Dória por ter me ensinado Braille e mediado meus primeiros contatos com alunos deficientes visuais, um guerreiro pela igualdade de oportunidades a meu lado, junto com a professora Leila de artes, em nossas “batalhas na linha de frente” pela construção de uma escola inclusiva.

Ao Colégio Pedro II, minha segunda casa, por ter me concedido um período de licença e espaço de pesquisa.

Aos meus parentes roceiros. Responsáveis pela maior parte da percepção sensorial necessária ao início desta pesquisa.

RESUMO

Tato, A.L. **Atividades Multissensoriais para o Ensino de Física**. Tese apresentada ao Instituto de Física da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências – Área de concentração: Ensino de Física.

O presente trabalho trata do emprego de recursos multissensoriais em atividades didáticas voltadas às aulas de Física em classes regulares com alunos com deficiência visual, mais especificamente cegueira e baixa visão. Sabe-se que a presença de alunos com necessidades educacionais especiais em escolas e classes regulares motiva a elaboração de recursos e atividades especialmente pensadas para esses alunos, visando à inclusão escolar. Tais esforços se dão predominantemente em ambiente à parte da sala de aula regular, a conhecida “sala de recursos”, o que torna tais medidas mais de integração do que de inclusão, efetivamente. Quando se realizam atividades pretensamente inclusivas em sala de aula, observa-se que tais práticas se dão no sentido de que se oferecem, na verdade, duas aulas simultâneas, uma para os videntes e outra para os alunos com deficiência visual, o que, dentre outros prejuízos, gera maior carga de trabalho para o docente e não contribui para a promoção da empatia entre os alunos. Nossa hipótese de trabalho é a de que, utilizando-se recursos multissensoriais, podem-se produzir formas de acesso ao conhecimento que beneficiem tanto os alunos videntes quanto os alunos cegos ou com baixa visão. Com base nas categorias da estrutura empírica e semântico-sensorial da linguagem, conforme Camargo (2012), na multissensorialidade, segundo Soller (1999), e na defectologia de Vigotski (1983), dentre outros autores, esta pesquisa se desdobra na aplicação de atividades com grupos de alunos videntes e com deficiência visual, para observar o alcance dessa metodologia voltada para a inclusão escolar.

Palavras chave: Ensino de física, Multissensorialidade, Inclusão escolar.

ABSTRACT

TATO, André Luis. **Multisensory activities in physics classes**. 2016. Thesis (Doctoral) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

The present work focuses on the multisensorial resources used in didactic activities in regular physics classes which are attended by students with some type of visual impairment, especially blindness and low sight. It is known that the presence of differently abled students in schools and regular classes motivates the elaboration of resources and activities especially designed for these students, aiming at their educational inclusion. These efforts primarily take place outside the regular classroom, they mostly happen in the so called “resource classroom”, which lead such measures to remain within the integrational rather than the inclusive realm. When intended inclusive activities are conducted in a regular class, it is observed that what really takes place is the conduction of two different classes that happen simultaneously, one class is taught to the visually able and another one to the visually impaired students. Among other problems, this practice results in a bigger amount of work for the teacher and it does not contribute to the promotion of empathy among students. Our hypothesis is that, by using multisensorial resources it is possible to produce ways of access to knowledge that are beneficial to both visually able and visually impaired students. Based on the categories of empirical structure and semantic sensorial language, according to Camargo (2012), in multisensoriality, according to Soller (1999), and in Vigotski’s defectology (1983), among other authors, this research focuses on the conduction of activities with groups composed of visually able and visually impaired students, to observe the reach of such methodology when it comes to educational inclusion.

Keywords: Physics teaching, multisensorial, educational inclusion

Sumário

1 INTRODUÇÃO	11
2 INTRODUÇÃO DE ALUNOS COM NECESSIDADES EDUCACIONAIS ESPECIAIS NO COLÉGIO: UMA ANÁLISE ATRAVÉS DA TEORIA DA COMPLEXIDADE.....	17
2.1 Análise de um problema através das partes que o constituem, somente: o paradigma cartesiano	20
2.2 Como aferir o nível de dificuldade da análise de um fenômeno?	22
2.3 Sistemas complexos	24
2.3.1 A soma das partes isoladas será menor que o todo existente.....	24
2.3.2 A organização de sistemas: o inesperado é esperado.....	26
2.3.3 Inserção de um elemento no sistema ou modificação do sistema?	29
2.3.4 A recursividade do sistema e níveis hierárquicos	30
2.4 Tentando entender o ser humano: a computação de informações e a tentativa de redução ao cibernético.....	33
2.4.1 O cômputo humano.....	36
2.4.2 O campo das ideias.....	39
2.5.1 - A inclusão e a integração escolar.....	41
2.6 Como surgiu a educação especial no Colégio?.....	47
2.6.1 A criação do Departamento de Educação Especial no Colégio: um novo passo para a educação inclusiva	49
2.6.2 A complexidade do indivíduo contido em sistema mais amplo	51
3. UMA PRIMEIRA VISÃO DA MULTISSENSORIALIDADE: ALGUNS AUTORES QUE SE DEBRUÇARAM SOBRE O USO DOS SENTIDOS	54
3.1 Percebendo os fenômenos naturais sem o uso da visão: novidade?	59
4 JUSTIFICATIVA	63
4.1 A origem da pesquisa	63
4.2 O motivo de nossa escolha pela diversidade sensorial	67
4.3 O uso de imagens na divulgação científica	69
4.3.1 O uso da visão e os livros de Física destinados à educação básica	72
5. REFERENCIAL TEÓRICO	73
5.1 O ato comunicativo em ensino de Física: categorias de análise	73
5.1.1 A estrutura empírica da linguagem.....	74
5.1.2 Estrutura semântico-sensorial da linguagem.....	76
5.1.3 Constituintes da mensagem informada pelo interlocutor	77

5.1.4 Transposição da estrutura empírica audiovisual interdependente da linguagem para tátil-visual interdependente em sala de aula: o caso mais comum para a sala de aula	78
5.2 Diversificação sensorial: características dos perceptores sensoriais	79
5.3 A ausência de um dos perceptores sensoriais	81
5.4 O que é compensado ao se perder um sensor?	83
5.5 Surgem novas habilidades: novas perguntas, diferentes respostas	86
5.6 As interações sociais no processo de compensação	87
5.7 - A Percepção Sensorial NÃO é Inata	90
5.7.1 – Tem um furo na minha mão.....	91
5.7.2 – As cores da Lua em um eclipse lunar.....	93
5.7.3 – Está caindo água do céu e ninguém percebe	95
5.7.4 – Colocando a mão no saco	98
5.7.5 - Caso de defesa pessoal: agilidade pela versatilidade de percepção sensorial.....	102
6. METODOLOGIA DA PESQUISA	104
6.1 – Como entendemos a coleta e a análise de dados	108
6.2 – Categorias de análise para as atividades multissensoriais de pulsos transversais	111
6.3 – Transposição da estrutura empírica da linguagem: audiovisual interdependentes para tátil visual interdependentes.	111
7. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS MULTISSENSORIAIS EM AULAS REGULARES: CASO DE ONDAS EM CORDAS ELÁSTICAS	114
7.1 – Aula de propagação de pulsos em cordas	115
7.2 – Atividade multissensorial sobre propagação e reflexão de pulsos em extremidade fixa em cordas elásticas: caso de alunos videntes	118
7.3 – Atividade multissensorial de refração de um pulso de um meio com maior densidade linear para outro com menor densidade linear e reflexão em extremidade livre: caso de alunos videntes	122
7.4 – Atividade multissensorial de interferência de ondas em uma corda elástica: caso de alunos videntes	123
7.5 – Atividades multissensoriais de propagação, reflexão em extremidade fixa, interferência de ondas e ondas estacionárias em uma corda elástica: caso de alunos com deficiência visual	126
7.5.1 – Atividade de reflexão em extremidade fixa	126
7.5.2 – Atividade multissensorial de interferência de ondas	128
7.5.3 – Atividade de ondas estacionárias	129
8 ATIVIDADES DE TRANSPOSIÇÃO DA ESTRUTURA EMPÍRICA DA LINGUAGEM: AUDIOVISUAL INTERDEPENDENTES PARA TÁTIL VISUAL INTERDEPENDENTES	133
8.1 Aula de conversão entre escalas termométricas.....	134

8.2 Resolução de exercício de óptica: determinação da altura de um prédio utilizando sua sombra, uma estaca vertical e a respectiva sombra	135
8.3 - Câmara escura de orifício	136
8.4 – Tipos de reflexão	137
8.5 - Imagens conjugadas em espelho plano	138
9. ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS.....	140
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	160
BIBLIOGRAFIA	162

1 INTRODUÇÃO

O interesse pelo tema de pesquisa aqui abordado encontra suas origens em práticas pedagógicas desenvolvidas para alunos com deficiência visual, desde o ano de 2006, em uma escola pública federal, localizada na cidade do Rio de Janeiro.

As práticas relacionadas à pesquisa iniciaram-se após esforços pessoais no sentido de melhor atender alunos com deficiência visual (baixa visão ou cegos) já matriculados na instituição, no período de 2007 a 2009, em um campus da Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro. Tais práticas tornaram-se alvo de investigação para a nossa pesquisa de mestrado, que resultou na defesa, em maio de 2009, da dissertação intitulada “Material de Equacionamento Tátil para Alunos Usuários do Sistema Braille” (CEFET-RJ). A dissertação abordou um dos temas de maior dificuldade para os alunos cegos e com baixa visão matriculados na instituição pesquisada no período em questão, a saber, como realizar equações matemáticas e o desenvolvimento da linguagem decorrente dessa nova possibilidade.

Atuando em sala de aula regular e como voluntário no antigo setor de “Educação Especial”, foi-nos possível imergir em um novo universo constituído por pessoas com necessidades especiais e vantagens até então desconhecidas pelo autor da pesquisa. O atendimento educacional que, a princípio, deveria ser especializado, era, no referido período, realizado por professores voluntários e estagiários advindos das universidades conveniadas com o colégio em questão.

Com poucos recursos disponíveis, os voluntários faziam o seu melhor no atendimento aos alunos deficientes visuais, entretanto tais atitudes não correspondiam ao profissionalismo mínimo necessário para aproximar a escola do ideal de inclusão. Para quem pretende realizar pesquisa com alunos com necessidades especiais, a proximidade com os alunos participantes pode ser determinante para pesquisas relevantes. Explica-se: os alunos, caso se sintam

na posição de cobaia frente a alguém que em pouco tempo não estará mais entre eles, podem reagir de modo não natural.

Ainda no período de 2006 a 2009, enquanto nos preocupávamos em identificar as necessidades da sala de educação especial, muitas atividades foram desenvolvidas a pedido dos alunos e com os alunos. Após a leitura de Pacheco (2006), as indicações dos alunos passaram a ser utilizadas de modo sistemático. Era até comum os alunos participarem do processo, porém acontecia pela vontade de participação dos cerca de 20 alunos deficientes visuais cujo convívio conosco era intenso.

Dentre os alunos com alguma deficiência, os mais assíduos na sala de recursos e de presença mais perceptível na escola são aqueles com deficiência visual (é difícil não notar um aluno usando bengala ou com binóculos para assistir aula olhando para o quadro). Existe a possibilidade de um aluno apresentar alguma deficiência, mas não possuir necessidades educacionais diferentes dos outros alunos em uma aula de ciências. Camargo (2008), por exemplo, aponta casos de similaridade de concepções entre alunos cegos e videntes. Isso indica a possibilidade de barreiras educacionais comuns a ambos.

Com o objetivo de ajudar os alunos com deficiência visual nas disciplinas envolvendo cálculos matemáticos, aquelas com maior índice de reprovação entre alunos de um modo geral, propusemo-nos estudar, por ocasião do curso de mestrado, o método Braille de escrita e os atos comunicativos no ambiente escolar (TATO, 2009). Esse estudo, direcionado basicamente a alunos com deficiência visual, não resolve, contudo, o problema de inclusão escolar. Os materiais direcionados às particularidades do aluno resolvem problemas educacionais pontuais do próprio, mas não necessariamente permitem a participação junto aos demais colegas em uma mesma aula.

Para incluir o aluno com deficiência visual, a escolha do método utilizado pelo professor de sala de aula regular deve ser o mesmo para todos os alunos, evitando o que Camargo (2012) denomina de “sala de aula com (40 + 1) alunos”. Pacheco (2006) compartilha desse pensamento na área de inclusão

escolar, no sentido de aproveitar as diferenças para gerar novas oportunidades de aprendizado.

Na prática, a aula denominada de *40+1* tem como consequências um professor com trabalho extra e um aluno cuja presença pode se tornar indesejada por professores com dificuldade em sair de suas zonas de conforto. Ressalta-se aqui que o problema está na metodologia adotada pelo professor, no cumprimento de suas atividades docentes, e não no aluno, cuja matrícula é garantida pelo art. 208 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988).

A inclusão passa por caminhos envolvendo necessidades particulares e partilhadas, e o professor deve diferenciar o específico do comum. A concepção de uma aula pode envolver, sem prejuízo didático, recursos específicos para um determinado aluno como o Soroban, reglete, um material de equacionamento tátil (TATO, 2009). Entretanto, se a base da aula são as necessidades desse indivíduo, então existe a possibilidade de a aula não estar contemplando devidamente todos os alunos. Caso exista a necessidade de uma aula integral sobre recursos específicos, esta deve ocorrer, na condição de última instância educacional, no contraturno, em uma sala de recursos.

Uma das chaves para a inclusão escolar envolve a sensibilidade, estudos e reflexões do professor, no sentido de descobrir as dificuldades comuns a todos os alunos. Dessa forma, apenas uma aula se faz necessária, no horário normal, quando todos os alunos estão presentes. De posse das informações acerca dos obstáculos compartilhados coletivamente, é possível planejar uma aula que as considere. Com essa metodologia, as necessidades específicas de um aluno podem ser minimamente percebidas sem interferir no ritmo da aula.

Isto posto, enfatiza-se a importância da busca por uma metodologia não pela igualdade de possibilidades a todos os alunos, mas pela igualdade de oportunidades de aprendizagem. Inscrevendo-se nessa busca pelo desenvolvimento de uma metodologia que seja capaz de contribuir para a promoção desta igualdade de oportunidades, apresenta-se, como objetivo geral deste trabalho, construir formas de adaptação da estrutura empírica da linguagem e significados semânticos sensoriais nos atos comunicativos inerentes às aulas de Física.

Especificamente, objetivamos:

1. Trabalhar com a diversificação sensorial nas aulas de Física destinadas a alunos das escolas regulares, independentemente da existência de alunos com alguma deficiência sensorial;
2. Observar como se dá o processo de percepção da informação a partir da diversidade de percepção sensorial para, como consequência direta, ampliar as possibilidades de pensar as aulas de Física.
3. Perceber possibilidades no processo de transposição da estrutura empírica da linguagem (meio material pelo qual se dá o ato comunicativo).

De acordo com Pacheco (op.cit.), caminhos diferentes podem ser percorridos para atingir um mesmo objetivo pedagógico. Essa ideia será repetida algumas vezes ao longo deste trabalho, tamanha a importância deste conceito utilizado na interpretação de políticas públicas para a educação e norteamento de professores em sala de aula.

Para o entendimento do contexto de pesquisa, fundamental para entender a motivação pelo tema e escolhas no decorrer da pesquisa, entendendo-a como uma Pesquisa Participante, o capítulo 2 falará sobre sistemas complexos com a intenção de explorar as diversas redes tecidas entre os diversos elementos que compõe a comunidade escolar e entre fatores externos que se relacionam com os internos à comunidade escolar.

Em seguida, no capítulo 3, mostraremos como autores já se debruçaram sobre o tema multissensorialidade ou diversificação sensorial, embora não tenham declarado tal intenção. Usufruímos dos frutos desses estudos sem sequer sabermos sua origem e, a ignorância sobre o assunto, pode nos impedir de perceber a gama de possibilidades diante do desafio da inclusão de alunos com deficiência visual.

O capítulo 4, onde justificamos nossas escolhas sobre a proposta a ser desenvolvida nesta pesquisa, envolve a exploração do mundo através da

diversidade dos canais sensoriais humanos. Utilizando mais de um recurso sensorial em sala de aula, o professor pode desenvolver a mesma aula para todos os alunos. Algumas das consequências esperadas envolvem:

1. A preparação de apenas uma aula pelo professor (ao invés de uma para o aluno com NEE e outra para os demais alunos), como sempre fez no decorrer de sua carreira. Ratifica-se, contudo, a necessidade de planejamento de oportunidades de aprendizagem pelo professor;
2. Todos os demais alunos da classe, que não são público-alvo do atendimento educacional especializado, serão contemplados com recursos novos, mais abrangentes.

A utilização da diversidade de recursos sensoriais será abordada por meio do diálogo com diferentes referenciais teóricos, no capítulo 5, em torno da *multissensorialidade* de Soller (1999), como base para a organização do pensamento no processo de significação em Vigotski (2005 e 2010), em aplicações em sala de aula regular, no decorrer de uma pesquisa participante na visão de Demo (2004) cuja linguagem, no âmbito sensorial, foram as categorias de estrutura empírica e semântico-sensorial de Camargo (2012).

Pretende-se ainda, na condição de pano de fundo, relacionar o uso do sentido sensorial/percepção sensorial pela pessoa com o modo de uso do sentido sensorial por toda a sociedade, analogamente ao uso de ferramentas na visão de Engeström (2001) e Camilo e Mattos (2014).

A intenção, nos esforçando para não perder o foco, é explorar o tema mais amplamente possível. Definir qual o melhor perceptor sensorial a ser utilizado é análogo à anarquia epistemológica defendida por Feyerabend (2007), para quem um mesmo objeto de estudo pode ser abordado de diversas formas, na tentativa de atingir um mesmo objetivo. Os fatores até expostos, ratificam a necessidade de diversificação sensorial em salas de aula regular, para todos os alunos, independentemente da presença de alunos público-alvo da educação especial. Dentro do mesmo tema, exploraremos o processo pelo qual as interações sociais influenciam no uso dos sentidos mediadores da

percepção do mundo pela pessoa, demonstrando como essas interações sociais podem ser úteis a toda a comunidade escolar no processo exploratório da diversidade. Partindo de argumentos de autores das humanidades e da Física, especificamente, demonstraremos o quanto o ensino desse componente curricular é incompleto sem a diversificação proposta, diante da necessidade de oferecer atendimento de qualidade a todos os alunos das escolas regulares.

No capítulo 6 analisaremos os meios materiais de veiculação da informação, responsáveis pela linguagem, pelas categorias de Camargo (2012) para as estruturas empírica e semântico-sensorial da linguagem. O maior detalhamento em relação aos autores do capítulo 3, será possível considerando classificações para os perceptores sensoriais na perspectiva multissensorial de Soller (1999) apresentados na sequência.

No desenvolvimento de atividades de coleta de dados, tema do capítulo 7, abordaremos multissensorialmente atividades experimentais de pulsos de cordas elásticas e, por necessidades apontadas pelos alunos, a modificação do meio material de veiculação da informação em sala de aula. Complementarmente, no capítulo 8 avaliaremos possibilidades para a transposição da estrutura empírica da linguagem audiovisual para tátil-visual.

As avaliações dar-se-ão pela observação atitudinal dos alunos ao responderem a problemas propostos e entrevistas semiestruturadas acerca da interação do aluno com as atividades e a respectiva comparação com o método tradicional de predominância visual-auditiva.

2 INTRODUÇÃO DE ALUNOS COM NECESSIDADES EDUCACIONAIS ESPECIAIS NO COLÉGIO: UMA ANÁLISE ATRAVÉS DA TEORIA DA COMPLEXIDADE.

Antes de abordar a introdução de alunos com necessidades educacionais especiais em sala de aula, será abordada a teoria da *complexidade* ou *análise de sistemas por pensamento complexo*. A partir de um entendimento inicial sobre o tema, será possível desenvolvê-lo no âmbito da educação especial.

A intenção dessa abordagem é contextualizar professores da educação básica e pesquisadores que nunca tiveram a oportunidade de lidar com o tema em escolas regulares. A totalidade dos detalhes nas diversas relações existentes em escolas atuantes na área de inclusão não é necessária, todavia o desconhecimento das relações pode encaminhar o professor da educação básica ou pesquisador por ideias não desejadas.

É possível acreditar que a matrícula de um aluno com alguma necessidade especial em sala de aula regular não implique mudanças estruturais e atitudinais consideráveis. Entretanto, o ato da matrícula sem as devidas ações em função desse novo aluno caracteriza a prática, tratada com mais detalhes posteriormente, denominada *integração escolar*, atualmente criticada e desaconselhada.

A escolha pela análise de sistemas pelo pensamento complexo para analisar o ambiente de pesquisa se deu pelo considerável e imprevisível conjunto de relações estabelecidas no todo e nas diversas partes do todo, admitindo-se ainda subdivisões dessas partes. O interesse não está em componentes específicos, mas nas relações estabelecidas dentro do sistema “escola regular”.

Diferentemente do que o nome pode sugerir, em função do uso cotidiano, *complexidade* aqui não faz referência à dificuldade de analisar um

sistema ou interferir no mesmo. Complexidade não será sinônimo de “complicado” no decorrer do contexto apresentado.

A análise feita por pensamento complexo surge da necessidade de análises não contempladas pelo pensamento positivista/mecanicista de mundo, utilizado por Thomas Hobbes, Francis Bacon, Renne Descartes¹ e tantos outros. É difícil precisar os primórdios dos eventos indicadores da quebra do paradigma reducionista, mas o pensamento complexo surge no século XX, quando já se haviam estudado as Leis básicas necessárias e universais da natureza, aplicadas em diferentes áreas do conhecimento.

Nas palavras de Silva (2004, p. 1636):

O reducionismo substitui o mundo real, dominado por elementos e inter-relações complexos, por um mundo imaginário, onde impera a simplificação. Isso induz a erros de interpretação sobre a realidade. Por essa razão, o pensamento reducionista tem sido criticado e refutado.

O pensamento reducionista, diferentemente da visão de Silva (op.cit.), tem grande valor e amplo campo de aplicação, não devendo ser deixado de lado, em especial quando se introduz um jovem no mundo das ciências, sem pleno desenvolvimento cognitivo. Todavia, ao se aplicar o método reducionista de modo indiscriminado, certas análises podem ficar sem sentido, quando comparadas ao mundo real.

Isto posto, recomenda-se o máximo de cuidado na escolha do método de análise pelo observador de um sistema. A opção deverá levar em consideração os objetivos do observador e o quanto se conhece do sistema que se deseja analisar. Antes de sua escolha, o observador deve ter em mente que, ao conhecer a base desse sistema, não necessariamente conseguirá conhecer sua totalidade. Qualquer sistema pode ser interpretado de formas completamente diferentes pela mesma pessoa, bastando, para isso, modificar

¹ Tais necessidades não foram apontadas por nenhum dos intelectuais a quem Descartes enviou prévias de suas obras com o intuito de receber críticas e corrigi-las antes da publicação oficial de sua obra (Ariew, 2009.)

os objetivos da observação e, caso seja de interesse, também modificar o espaço amostral escolhido para observação.

O pensamento complexo, na condição de ferramenta de análise, afastou de forma irremediável a ideia de conhecimento absoluto de todas as áreas, pois todas têm algum ponto de funcionamento complexo, e nesses pontos as relações existentes tendem ao infinito conforme o número de elementos aumenta e ainda podem apresentar um comportamento imprevisível a partir das condições iniciais conhecidas.

É importante ressaltar que existem fenômenos novos surgindo rotineiramente em diferentes contextos. A palavra “descoberta” (no sentido de tirar a cobertura) não é cabível dentro do contexto do surgimento de novos fenômenos, doravante denominados *emergentes*. As emergências são inerentes a sistemas complexos, surgindo a partir de novas relações estabelecidas entre os elementos do sistema com funções não imaginadas ao se analisar cada elemento individualmente uma vez que emergem novos comportamentos diferentes daqueles existentes no período “pré-emergência”.

Sistemas com ocorrência de emergências sempre existiram, entretanto não eram objeto do estudo detalhado sob a abordagem hoje denominada complexa, com dinâmica não linear, até as últimas décadas. Resumindo: sistemas complexos eram analisados como sistemas mecânicos com funcionamento previsível após análise das partes envolvidas.

Os estudos em complexidade foram desenvolvidos para atuações em redes, sistemas sociais, físicos, químicos, biológicos e até mesmo de simulações computacionais (JOHNSON, 2003). Para Morin (2010, p.291), “a complexidade começa logo que há um sistema, isto é, inter-relações de elementos diversos numa unidade que se torna complexa (una e múltipla)”.

2.1 Análise de um problema através das partes que o constituem, somente: o paradigma cartesiano

Para se analisar um sistema em uma visão tipicamente cartesiana, deve-se ter em mãos um sistema cuja solução/análise possa ser reduzida até cada elemento individualmente e, a partir da soma de cada parte, e suas potencialidades individuais, independentemente do contexto, ter-se-á a análise do todo.

O desejo de conseguir certo grau de previsibilidade é uma constante nos sistemas cartesianos, sob uma visão mecanicista, onde um fenômeno é analisado de modo análogo a uma máquina cujo comportamento pode ser entendido e previsto. A decomposição do sistema em “engrenagens” seria capaz de permitir a análise do papel de cada peça e, a partir do conjunto de análises, ter-se-ia o conhecimento sobre seu funcionamento, comportamento e demais características.

Embora existam críticas ao método cartesiano (e provavelmente a qualquer método) e suas aplicações, não é cabível negar a utilidade de seu método reducionista de resolver questões em sistemas. É importante ressaltar que o objetivo de Descartes não era a simplificação de sistemas naturais, mas seu entendimento a partir de uma perspectiva mecanicista, opondo-se à ciência aristotélica, de cunho qualitativo, criticada em suas “Meditações” (DESCARTES, 2006).

Para Japiassú & Marcondes (2001 *apud* Silva op. cit., p. 231), o reducionismo pode ser definido como “toda atitude teórica que, para explicar um fenômeno complexo, procura reduzi-lo aos elementos simples que o constituem, ou àquilo que é mais imediatamente observável”. Essa definição corrobora a opinião de Silva no que diz respeito à aplicação indiscriminada do reducionismo.

Essa visão do século XVII foi criada em um contexto com quantidade de informação possível de ser acessada bem reduzida em comparação com as últimas décadas do século passado, assim como a quantidade de interações conhecidas em vários fenômenos já estudados até meados do século XVII.

Todavia, essa visão reducionista da ciência não pode ser avaliada como improdutiva, principalmente se forem considerados todos os seus feitos até os dias atuais. A instrumentalização da natureza, a explicação matemática de fenômenos e sua mecanização são de suma importância para o entendimento da ciência por não especialistas. A visão reducionista apresenta significativa gama de aplicações, e abrir mão desse método seria um erro - seria tão grave quanto defender sua exclusividade.

Tradicionalmente, os temas estudados em Física na Educação Básica costumam ser abordados pelo método reducionista. As abordagens tradicionais não incluem interações entre os elementos dos sistemas apresentados, sejam eles abertos ou fechados. Isto posto, é possível concluir que os temas estudados em Física, a partir de uma abordagem tradicional, no Ensino Médio, não permitem a emergência de comportamentos.

A escola atual, de acordo com a Lei 9394/96 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação - (BRASIL, 1996), tem como um de seus objetivos fundamentais a preparação de cidadãos autônomos, críticos, reflexivos e aptos a analisar mudanças de âmbito social, tecnológico, etc. Mas como dar essa oportunidade aos alunos utilizando quase exclusivamente a visão reducionista? A utilização indevida do reducionismo pode ainda induzir o aluno a ideias equivocadas acerca dos fenômenos que o cercam.

A escola, ao desempenhar papel fundamental na formação de cidadãos, deve propiciar aos estudantes abordagens onde seja necessário considerar as interações entre elementos, tanto em uma situação hierárquica, quanto numa anárquica, “Top-down” e “Botton-up”, respectivamente, nas denominações utilizadas por Johnson (2003). Esses termos utilizados por Johnson não são próprios das áreas humanas, entretanto vêm sendo inseridos em nossa sociedade através de seu uso em áreas como a informática, onde nos

deparamos, a todo momento, com situações não reducionistas. As relações Top-down e botton-up serão abordadas com maiores detalhes mais adiante.

2.2 Como aferir o nível de dificuldade da análise de um fenômeno?

Antes de iniciar uma análise social, econômica, biológica, Física, Química, etc., pode ser bem interessante ter ideia do grau de dificuldade de análise, para aquele que faz o papel do observador de todas as características envolvidas. Por isso, aqui serão listados fatores influenciadores dos níveis de dificuldade de análise e observação de um sistema:

- quantidade de elementos;
- número de comportamentos possíveis por elemento do sistema;
- possibilidade de separação dos elementos para análise;
- dificuldade em observar sem interferir no funcionamento natural do objeto de estudo; e
- clareza dos elementos envolvidos na análise².

A quantidade de elementos de um sistema é diretamente proporcional à dificuldade para interpretá-lo, assim como para criar um modelo explicativo que dê conta de todos os detalhes. Se utilizarmos a teoria do falseamento (POPPER, 2008), por exemplo, podemos dizer que, quanto maior for o número de elementos de um modelo, este deverá dar conta de um maior número de tentativas de falseamento envolvendo cada elemento. O revés dessa medalha é o fortalecimento do modelo após resistir a cada teste ou tentativa de falseamento.

O mesmo pode-se dizer dos diferentes comportamentos possíveis de serem adotados por cada elemento. Quanto mais diversificados forem os

² Referência a algum fator até então desconhecido.

comportamentos, mais difícil será entender e fazer previsões sobre um fenômeno.

Como exemplo, pode-se citar o movimento do ar no experimento de 1822, quando se determinou a velocidade do som. De acordo com Rival (1997), após algumas tentativas infrutíferas de alguns cientistas³, François Arago e Marie Riche de Prony perceberam que a taxa de deslocamento do ar e sua direção influenciavam os resultados obtidos para as medidas de tempo e, para facilitar a análise dessa variável, pretendia-se inicialmente esperar instantes onde a velocidade do ar fosse baixa o suficiente para ser desprezada ou nula. A dificuldade de obtenção desses momentos foi superada pela técnica dos tiros cruzados, disparados simultaneamente, e os respectivos tempos de chegada do som aferidos para comparação. Nas palavras de Arago *apud* Rival (op.cit., p.64), em suas anotações sobre o experimento: “o vento produzindo então efeitos contrários sobre as duas velocidades, a média dos dois resultados deve ser tão exata quanto seria se o vento estivesse perfeitamente tranquilo”.

Convém observar que o exemplo citado mostra o quão mais simples a resolução do problema do cálculo da velocidade do som se tornou, ao se retirar um único elemento cujo comportamento poderia apresentar variações durante os instantes de medida. Resultados próximos poderiam ser obtidos considerando-se o vento, sua velocidade e direção.

A solução para o desafio de calcular a velocidade do som seria proporcionalmente mais difícil quanto fosse separar cada variável. Imagine-se se a temperatura do ar não pudesse ser analisada isoladamente de sua velocidade. Essa separação pode ser feita realizando-se o mesmo experimento, ainda com a condição de momentos sem vento, em dias com diferentes temperaturas pelo menos durante a execução do experimento.

Para analisar a interferência do observador em um sistema, um exemplo clássico é dado pela dualidade onda-partícula, um princípio de complementaridade (Bohr, Niels *apud* Heisenberg, 1996). De acordo com o

³ Foi feita uma menção acerca do índice higrométrico, mas sem detalhes sobre sua influência ou como confirmá-la.

experimento realizado, a luz pode apresentar características de uma onda ou de uma partícula. Do mesmo modo, um elétron pode ser uma partícula, em uma visão típica das aulas de Química, ou uma onda emitida por um microscópio eletrônico criado para visualizar corpos cujas dimensões são inferiores ao comprimento das ondas no espectro detectável pelos olhos humanos.

2.3 Sistemas complexos

No item anterior, foram discutidos modos de definição do nível de dificuldade de análise de fenômenos passíveis de serem reduzidos a elementos unitários e suas variáveis no modo tradicional. Essa discussão destina-se exclusivamente aos sistemas reducionistas.

2.3.1 A soma das partes isoladas será menor que o todo existente

O que acontece quando um sistema social, econômico, biológico, físico, químico, entre outros, apresenta comportamentos não esperados diante das condições iniciais do sistema? E se as partes do sistema iniciarem um processo de interação mútua de modo a não permitir sua análise através da separação das partes do sistema, ou seja, quando a análise de cada parte do sistema isoladamente não permitir uma previsão da soma das partes? Nesse caso, as partes do sistema perdem características que teriam como elemento isolado e ganham outras quando pertencentes a um sistema. O sistema -

nesse caso complexo - não é passível de ser reconstruído através da simples soma de suas partes.

Então, estar-se-á diante de um problema cuja resolução remete ao pensamento complexo ou complexista. A definição de pensamento complexo não será aqui apresentada, em função das variações conforme autor e área do conhecimento que se pretende abordar. Além disso, uma definição dada por um autor de determinada área poderia atrapalhar um iniciante tentando aplicar os conceitos de complexidade em uma área diversa daquela pertencente ao autor da definição apresentada.

No século XX, foi feita a renúncia à prioridade epistemológica das categorias *simplicidade, ordem e regularidade* em confronto com as categorias *complexidade, desordem e caoticidade*. Com isso, superou-se o mito da previsibilidade dos oitocentistas (Fiedler-Ferrara, 2005).

As características principais de um sistema complexo são:

- interação de muitos fatores e emergência;
- recursividade organizacional;
- caos, desordem e ordem.

Um exemplo possível de ser utilizado no planejamento de uma aula envolvendo a importância da desordem que permite ao sistema se reorganizar é a leitura de um poema. A desordem permite ao leitor remontar o sentido do poema a cada leitura, o leitor vai reduzindo o ruído⁴ e vai experimentando novas significações. O sentido emerge de uma organização a partir da modificação as partes.

A interação de muitos fatores num sistema está diretamente associada às relações estabelecidas, independentemente da existência de uma razão

⁴ Em toda transmissão de informação existe um ruído, responsável por alteração parcial da informação originalmente emitida. O ruído, na condição de responsável pela reorganização do sistema, pode ainda ser considerado como fator para avaliar o nível de complexidade de um sistema.

lógica para a ocorrência dessas relações entre as partes de um sistema. Nesse caso, deve-se considerar:

- o número de interações entre os elementos caso a caso e no sistema;
- o tempo médio de interação;
- a intensidade média das interações.

Esses três fatores considerados para as interações de um sistema ajudam ainda a avaliar o grau de complexidade do sistema. Como não há meios de quantificar numericamente a complexidade de um sistema, o referido grau de complexidade será verificado através de critérios qualitativos.

2.3.2 A organização de sistemas: o inesperado é esperado

Um sistema auto-organizado, termo utilizado inicialmente em sistemas biológicos, apresenta relações entre seus elementos, sejam quais forem suas condições iniciais, manifestando inteligência através da soma das partes. De acordo com Johnson (2003), uma cidade é um sistema inteligente, e tal inteligência resulta das diversas interações cotidianas, por mais simples que sejam, entre os moradores da cidade. Nas palavras de Thomas (*apud* Johnson, *op.cit*, p.8):

[...] a cidade parece ter uma vida própria. Se não entendermos como isso funciona, provavelmente não iremos muito longe na compreensão da sociedade humana em geral. [...]

A grande massa de sistemas humanos sobre nosso planeta, como um conjunto, parece comportar-se como um sistema vivo, coerente. [...]

Em dado momento, essas relações podem resultar em novas características não observadas anteriormente, e, nesse caso, diz-se que há o

aparecimento de uma emergência, fenômeno emergente ou comportamento emergente⁵.

Os comportamentos emergentes ocorrem quando a disposição entre as relações de um sistema apresentam novas especificidades tanto em seus elementos, quanto no sistema como um todo. Assim, pode-se inferir que haverá mudanças não só no sistema, mas em suas partes isoladas. Alguns sistemas só são colocados como emergentes a partir do conjunto e não podem ser decompostos para análise de cada parte separada do todo. A tentativa de decomposição se mostraria infrutífera, haja vista a tamanha falta de relação entre os elementos individualizados e tudo aquilo que é representado quando os elementos estão juntos, agindo em conjunto.

Em sistemas complexos, as singularidades não são representantes fiéis do sistema, perdem seus significados de componentes do sistema quando observadas fora do mesmo. Conforme pondera Fiedler-Ferrara (2005, p.325), sobre a vida de um animal:

Nesse caso, um nível superior não pode ser inteiramente explicado separando os elementos que o compõem e interpretando as suas propriedades na ausência das interações que unem os elementos constitutivos desses níveis. Ou seja, a história do sistema, isto é, a vida do animal, é irreduzível aos fatores estruturais.

O inverso dessa auto-organização é definido pelo pensamento de Hobbes (1651), para quem, de acordo com Seminotti (2006, p.114), “a multidão é nada mais que a soma de vontades individuais que, em determinado momento, convergem, mas não chegam a formar uma unidade.” Essa ideia, em relação à temática da divisão das partes do sistema, compactua com o mecanicismo de Descartes, exposto em seu *Discurso do Método* (1644), falecido um ano antes da publicação d’*O Leviatã*.

Como exemplo do exposto até aqui, será apresentada a situação de um operário (elemento do sistema) de uma fábrica que estabelece contato visual

⁵ Este é um caso de polissemia apresentada na introdução. Não confundir com a razão de uma chamada para o corpo de bombeiros.

com um operário de outro setor. Pode-se afirmar o estabelecimento de uma interação, pouco intensa e normalmente curta (considerando que os operários não vão passar o dia trocando olhares ou conversando) e com pouca probabilidade de observação de uma emergência a partir desses rápidos contatos a distância. Os funcionários dessa fábrica, ao participarem de uma animada conversa, dispostos em mesas de refeitórios durante o horário de almoço, interagem mais intensamente e estabelecem um maior número de ligações.

A partir das reações de cada elemento às informações recebidas de seus colegas de trabalho, é possível que haja mudanças nas relações profissionais ou na forma de produção, de maneira alheia à vontade do contratante que colocou esses funcionários juntos na mesma mesa. O patrão não pode controlar⁶ - embora possa tentar fazê-lo - o resultado dessas interações passíveis de serem estendidas para os âmbitos pessoal ou sindical.

Como exemplo de sistema sem auto-organização, pode-se citar as comunidades virtuais visitadas pelos usuários da internet. Estas não são auto-organizadas em função das informações de mão única (Johnson, op.cit.). É possível entrar em um site e pegar informações desse ambiente sem deixar registro de passagem além de um número de IP. Os sistemas virtuais frequentados por internautas dispõem de condições iniciais bem definidas, porque foram construídos para apresentarem exatamente esse comportamento. A ausência de auto-organização retira do ambiente virtual a possibilidade de surgimento de inteligência, diferentemente do caso de uma cidade.

Em sistemas cognitivos auto-organizados, todo conhecimento é produto e produtor de um processo reorganizador, ele abarca os elementos cerebral, social e cultural. Nessa visão, todo conhecimento é subjetivo e caracterizado pelo ego-geno-sócio-objetivo. A análise desses fatores concomitantes busca aproximação entre esses elementos em um eterno ir e vir, regendo todo o conhecimento humano.

⁶ No máximo pode tentar entender a partir da perspectiva do pensamento complexo

2.3.3 Inserção de um elemento no sistema ou modificação do sistema?

Se for inserido um novo elemento em um sistema ou se for retirado um elemento do sistema original, ter-se-á então um novo sistema com características diferentes das do sistema original. Para melhor compreensão desse aspecto, far-se-á um estudo de caso de Portugal do século XIX.

De acordo com Samis (2009), até o final do ano de 1871, havia um proletariado em fase embrionária em Portugal, nação que até então desconhecia as greves, movimento “assolador” da Europa na época. Samis (op.cit, p.60) pondera a existência de uma ideologia específica que “uma vez combinada aos reclamos do povo, poderia gerar, no pacato Portugal <terríveis acontecimentos>⁷ como os de março em Paris”.

O pensamento da classe dominante configurava o proletariado como uma criança inconsequente, levada ao extremo por mãos perversas vindas do estrangeiro. Samis (op.cit, p.61) identifica a disseminação dessas novas ideologias em função da presença dos chamados *communards* “uma antítese de boa conduta” e representação da desordem na visão governamental.

Pelo olhar do Pensamento Complexo, a introdução dos *communards* representa a inserção de novos elementos no sistema, de modo que as modificações subsequentes se deram pela constituição de um novo sistema com elementos diferentes daqueles do sistema anterior. É importante observar que o aparecimento das greves em Portugal não pode ser considerado uma emergência em função de ter havido uma “troca” do tipo de sistema, e não modificações no sistema original. Para ser considerada uma emergência, um novo comportamento deveria ser observado dentro do sistema original. O novo sistema será então caracterizado pelo sistema antigo + elemento novo + todas as interações entre o elemento novo e o sistema antigo + todas as relações que passaram a existir em função da introdução do novo elemento.

⁷ Movimento de trabalhadores por melhores salários e condições de trabalho

A emergência que pode ser identificada nesse caso é a comoção da classe operária alimentada por interações tanto de mão única, caso dos discursos no salão alugado do cassino Lisboense e publicações de personagens históricos como Antero de Quental e Eça de Queiróz, quanto de mão dupla, caso das conversas entre os trabalhadores. A fácil adesão às ideias externas se deu em função da crise portuguesa e suas consequências diretas, como desemprego e aumento dos impostos pagos pela população. Ou seja, a crise portuguesa gerou modificações a princípio inesperadas no comportamento do sistema sem alterar seus elementos.

2.3.4 A recursividade do sistema e níveis hierárquicos

A recursividade organizacional ou *feedbacks* constituem relações de retroalimentação do sistema em si. Cada vez que uma informação é lançada em um sistema, ela pode se propagar com impacto difícil de ser calculado. Cada elemento do sistema, ao interagir com essa informação, reagirá de um jeito diferente dependendo da análise que tenha feito. Esse ponto explicita uma relativização das relações internas estabelecidas e definirá a possibilidade de emergências.

Na sociedade contemporânea, as interações entre elementos não têm mais como condição *sine qua non* a proximidade física. Contatos via telefone, torpedo e internet são cada vez mais utilizados, permitindo interações a distância, com maior número de pessoas, maior quantidade de informações, mas nada se pode afirmar sobre o impacto dessas informações sobre os receptores das mensagens.

Uma emergência comportamental dos meios de comunicação atualmente utilizados pode ser exemplificada através das redes sociais. Nessas redes, constata-se peculiaridades na troca de informações tais como o aparecimento de “donos da verdade” e observadores invisíveis (não

manifestam opinião). Em um sistema real, as pessoas, no mínimo, olhariam os “donos da verdade” com olhar de reprovação. Provavelmente, em algum momento, haveria um movimento de retirada do “dono da verdade” do debate, procedimento dificultado virtualmente, salvo os casos onde há moderadores. Os moderadores no caso detêm poder de intervenção nas interações, o que os coloca hierarquicamente acima dos outros debatedores. O mesmo conceito se aplica a sistemas auto-organizados.

Nas relações hierárquicas, as atitudes determinantes são fruto de inserções feitas “de cima para baixo”. Essas relações *top down*, usando a terminologia da informática, são caracterizadas pela existência de alguém ou algo com poder de determinar ou influenciar relações entre sistemas ou partes de um sistema.

A figura do “chefe” e de seu poder sobre os demais membros de um sistema, ao ser percebida em um sistema, leva ainda à seguinte pergunta: qual o poder de comunicação existente na situação em análise, ou seja, qual a probabilidade de uma informação definitivamente chegar a todos os membros envolvidos no processo?

Tal pergunta é cabível quando nos deparamos com os dados coletados por especialistas em formigas, conforme apresentado por Johnson (op.cit.) e Ridley (2000). Para ambos a figura de uma formiga rainha, se é que o significado dado a uma rainha em nossa sociedade é aplicável a uma formiga⁸, não implica um centro dominador ou ordenador do formigueiro. A possibilidade de ordenamento do formigueiro por parte da rainha demonstra-se inviável ao se analisarem os modos de comunicação entre as milhares de operárias.

Ridley (op.cit.) menciona em sua obra vários outros exemplos de sistemas animais, sendo a maioria “*bottom-up*” envolvendo golfinhos, morcegos, macacos, entre outros. De um modo geral, esses são sistemas anárquicos onde cada indivíduo colabora com o coletivo de forma espontânea e, curiosamente, essas atitudes altruístas também são as melhores para si. Nos

⁸ Mais um caso de polissemia se apresenta.

sistemas *botton-up*, não há líder, cada um sabe o que fazer, e todos estão no mesmo nível da hierarquia.

Nas relações anárquicas, de acordo com o real conceito de anarquismo, o comportamento do grupo será determinado por um consenso comum do sistema, instituído em função das necessidades coletivas, sem necessidade de ordens prévias (Samis, 2010 e Goldmam, 2007).

De tudo o que foi brevemente comentado até aqui, depreende-se que o pensamento complexo se configura como uma profícua ferramenta de análise nestes tempos de novas estruturas sociais. Além disso, no que tange especificamente ao Ensino de Ciências e à Educação escolar, a análise em complexidade pode-se mostrar singularmente apropriada no tratamento de temas a que o pensamento reducionista não se aplica com proveito.

Essa visão ampla, fornecida pelo pensamento complexo, e não necessariamente profunda permite ao cidadão comum ou um estudante adolescente em formação analisar criticamente uma reportagem científica. Se, para julgar um texto, deve-se estar plenamente apto a avaliar profundamente seu conteúdo, isso permitiria a apenas especialistas fornecerem seus pareceres! Na visão de Morin (1997), abre-se sobre a relação entre as áreas do conhecimento e as relações entre indivíduo e mundo, analisando o *geno-eco*-conhecimento.

O mesmo conceito pode ser aplicado até mesmo ao marxismo, se considerarmos a esperada “evolução do capitalismo”, condição prevista por Karl Marx para ocorrer uma revolução, culminando com o surgimento do socialismo em um estágio capitalista avançado. Não há intencionalidade do capitalismo em findar-se, mas seu desenvolvimento atualmente provoca reações pelo mundo em um conjunto de relações extremamente complexo. Ainda exemplificando o mesmo princípio, baseado nas relações citadas, pode-se falar da queda de um regime ditatorial como função de seguidos exageros cometidos pelo governo com a intenção de manter-se em um regime cuja existência permanece sob a égide dos canhões.

O pensamento clássico ganha com o pensamento em complexidade, e o método a ser utilizado na análise do problema será determinado pelo próprio. Se um sistema pode ser analisado pelo simples, que assim seja feito. O importante é não mutilar o problema ao reduzi-lo (caso o problema admita simplificação). O próprio Morin ratifica o não desaparecimento do reducionismo (2010).

2. 4 Tentando entender o ser humano: a computação de informações e a tentativa de redução ao cibernético

Ao se falar de ciências computacionais, não necessariamente se está falando de máquinas de ordenar informação, denominadas de computadores. As ciências computacionais envolvem todas as relações entre memória, atitude, símbolo e contexto. Consequentemente, o desenvolvimento cognitivo humano, além da autorrelação, envolve todos os processos no entorno daquele que está sendo analisado. O somatório desses fatores resultaria em um desenvolvimento através da auto-eco-relação.

A computação deve ser colocada na frente da informação. Um exemplo disso pode ser dado através dos procedimentos escolares tradicionais. Informar o aluno não garante que o mesmo esteja apto a computar esses conhecimentos, ou seja, a armazenagem de informação não servirá de muita coisa. A teoria do cômputo pode, dentro dessa perspectiva, ser utilizada para diferenciar os processos de Ensino e Aprendizagem, muitas vezes confundidos por profissionais desatentos. Philip Perrenoud (2000), por exemplo, comenta o paradoxo contido no fato de os alunos passarem anos exercitando a leitura e terem dificuldade em interpretar instruções simples.

Para Morin (op.cit.), a relação entre as instâncias logicial, mnemônica, simbólica e informacional pode ser representada por um conjunto de inter-

relações determinadas pelo cômputo e determinantes do cômputo, conforme demonstrado no diagrama 2.1.

Diagrama 2.1: interrelações entre elementos relacionados ao processamento de informações em organizações vivas.

Os elementos se interligam e se tornam componentes de um todo. Para as organizações vivas, a computação sempre estará presente nos atos cognitivos, e estes podem ser simplificados em algoritmos.

A simplificação do entendimento da compreensão humana pode ser feita fazendo referência a máquinas (conceito de cibernético), entretanto, o local de registro da informação do algoritmo da autorreprodução, o DNA, não se comporta como mero local de armazenamento das informações de síntese de aminoácidos, sendo dependente das respostas enviadas pelo meio ambiente.

As adaptações do DNA, presentes nos trabalhos de Atlan (1999) demonstram a importância de sua adaptação no processo de manutenção da vida e das relações viver ↔ sobreviver e produzir-se ↔ reproduzir-se.

Outra grande diferença entre organismos vivos e máquinas pode ser dada pela relação de *para quem está sendo feita a computação*. Os

organismos vivos computam em função de si, sobre si e para si. Uma máquina computa as informações que lhe são fornecidas por outros, para outros. Uma máquina não computa para si nada que não tenha sido programado para fazer por um programador.

A introdução de informações em uma máquina sempre depende de um agente externo. Em uma máquina de lavar, por exemplo, desprovida de cognição, alguém aperta botões, e um programa existente, ao reconhecer a sequência de botões apertados, cumprirá a função “lavar roupa”. A máquina de lavar roupa, assim como outros tantos dispositivos ao nosso alcance, é classificada como sendo um robô. Robôs nada mais fazem que obedecer a funções pré-estabelecidas.

Em computadores, as informações são introduzidas através de periféricos de entrada (teclado, mouse, scanner, etc) e apresentam os resultados do cômputo de informações por meio dos periféricos de saída (tela, impressora etc). Nos seres vivos, a “entrada” de informações se dá através dos sentidos (em última instância são enviadas através de estímulos elétricos), mas, diferentemente de uma máquina, existem vários fatores que influenciam na percepção desses estímulos. A “saída” de informação (em primeira instância através de estímulos elétricos) se dá por via motora, para a realização de ações.

A computação dos dados de entrada em uma organização viva sofrerá influência dos mais diversos fatores, tais como: a informação que precede a chegada do estímulo, taxas hormonais, sensibilidade do receptor etc. O processo em questão pode ser representado pelo anel recorrente:

Diagrama 2.2: Anel recorrente sensor-cérebro-motor

A diferenciação homem X máquina pode ser exemplificada de diversas formas. Aqui serão comentadas algumas.

- 1- Ao ver um carro grande e escuro normalmente utilizado por funerárias, uma pessoa pode ver “SERRALHERIA” e ler “funerária” através da associação e consequente expectativa acerca da informação. Máquinas registram a informação e, no máximo, respondem através de algum algoritmo programado.
- 2- Uma pessoa com perda da visão em cores, após um dano cerebral ocasionado por um acidente, estudada por Sacks (2006), passou a evitar carne em função da associação da imagem da carne cinza (vista como cinza) com carne estragada. Por uma questão de identificação, o cardápio passou a variar entre alimentos originalmente brancos ou pretos, tais como feijão e arroz.
- 3- A máquina não se autorreproduz e nem se autorregula.

2.4.1 O cômputo humano

O cômputo humano depende de dois tipos de memória, a inata e a adquirida, e interage em coordenação com as instâncias sensorial, motora e lógica conforme diagrama 2.3.

Diagrama 2.3: relação computação viva, memória, coordenações motoras e percepções sensoriais.

As relações endo-referentes se misturam/complementam com as relações exo-referentes em sucessivas computações. O viver humano (algoritmo da vida) depende de sucessivas e recorrentes computações de computações num eterno ir e vir e sínteses e análises.

O que entendemos como humano (o amar, trabalhar, brincar, escrever uma tese etc) na vida diária é uma emergência desse sistema complexo de computações de computações, cujos “objetivos” vão além do viver no sentido de manter-se vivo.

Para evitar conflito com a ideia de concentrar os atos cognitivos como atividades puramente cerebrais, assim como o processador de um computador, pode-se apontar a cognição relacionada à aquisição/construção do conhecimento através de experiências, associações etc que mais adiante veremos serem fruto do meio social e de todos os significados construídos no decorrer da história de formação da sociedade onde o indivíduo está “imerso”.

A cognição, inerente ao processo computacional recorrente de interações entre pessoa e entorno, pode se apresentar em âmbito não consciente através do mesmo tipo de processo nervoso identificado para a constituição da memória, a neuroplasticidade (RELVAS, 2009).

Ainda de acordo com Relvas (op.cit.) neuroplasticidade é a criação de novas ramificações entre as ligações nervosas envolvendo dentritos e axônios. Armazenar informação, considerando o fenômeno da neuroplasticidade, vai além do “saber fazer”. Para cada conhecimento adquirido, um novo conjunto de ligações é estabelecido. Conhecimentos esses que vão além da memorização de dados. Por exemplo, ao passar por períodos de intensa incidência solar, o ser humano escurece sua pele em um ato que envolve proteção e manutenção da existência, assim como andar descalço engrossa a pele dos pés. Para Morin (1997) somos seres biológicos e culturais.

Os processos cognitivos podem inclusive determinar a “invasão” de áreas do cérebro como medida compensatória. Esse seria o caso da região do cérebro normalmente utilizada pela audição, utilizada parcialmente pela visão em pessoas surdas (SACKS,2006). Isto posto, a região do cérebro, destinada à visão, possibilitará maior capacidade de armazenamento e computação em pessoas desprovidas da audição. Nesse caso, mesmo a pessoa surda possuindo o mesmo “periférico de entrada”, usando terminologia computacional, de informação visual que a maioria das pessoas, ela terá maior capacidade de processamento das informações visuais. Esse aumento no cômputo pode estar associado à grande quantidade de detalhes inerente à Língua de Brasileira de Sinais (LIBRAS).

Na comparação do humano com uma máquina, a título de estabelecimento de analogia com intenção de facilitar o entendimento do humano enquanto ser biológico, a parte de maior interesse será comparar os receptores sensoriais com periféricos de entrada em um computador. A percepção da informação será alvo de análise além da máquina devido à imensa complexidade do sistema determinada por variáveis inerentes à sociedade.

2.4.2 O campo das ideias

A capacidade de conhecer por computação de signos e símbolos está associada ao campo noológico. A *noosfera*, definida por Houaiss (2009) como:

parte da biosfera mais influenciada pelo universo do pensamento humano, pela atividade mental consciente (conceito teórico-científico de Teilhard de Chardin e Vladimir Verdansky); antrosfera. (p.1361)

Em essência, é incerta porque símbolos e signos não são precisos e incluem erros ligados à tradução não só de línguas, mas de comportamentos ligados à noosfera, cujo tratamento dado por Morin (1997) remete ao campo das ideias ou conjunto de construções intelectuais por indivíduos que se retroalimentam entre si. Para o autor, as ideias transcendem o indivíduo, pois permanecem, são reforçadas e reproduzidas culturalmente e socialmente.

Somos seres vivendo em um meio altamente mutante e temos que lidar com todas essas incertezas do cérebro, do meio, do que é a realidade e do que achamos ser a realidade.

Diante da certeza das incertezas um estudante poderia argumentar: “adianta estudar?”. A resposta é sim! Adianta estudar, mas desde que essa não seja vista como a única influência de todas as certezas. Bernardo (2007) comenta sobre as incertezas a as apresenta como a chave para continuar procurando por respostas, gerando um processo de evolução natural retroalimentado das ideias.

No campo da noosfera, na condição de algo vivo, mudando, recebendo novos frutos, as ideias podem persistir. É na noosfera, como o campo das ideias, que reside o segredo da imortalidade. Uma pessoa existe enquanto reside no pensamento das pessoas. As ideias de Aristóteles mantém a existência do mesmo até os dias atuais em uma condição talvez mais refinada

que em um corpo, sendo renovado celularmente todos os dias. Biologicamente, somos renovados constantemente, mas algo maior se mantém: a cultura construída coletivamente.

Se o indivíduo não tomar consciência das interações às quais ele está exposto, ele será mero consumidor no mundo atual. O capitalismo, por exemplo, não vai estar tranquilo até que o último ser da terra seja transformado em consumidor não crítico. Nessa visão quanto menos o sujeito estiver entendendo algo melhor para a manutenção do sistema.

As vantagens da diversificação sensorial em sala de aula podem esbarrar em pessoas reticentes pertencentes a uma cultura vidente cujos registros de informação estão corriqueiramente associados a representações visuais. No item IV.3 o uso de imagens e sua influência na ciência será melhor discutido

2.5 A inserção de novos elementos na escola: A educação especial e a complexidade no ambiente escolar.

Pretende-se analisar o contexto escolar e atividades ligadas a ele, com ênfase na inclusão escolar, sob o olhar do Pensamento Complexo. O ambiente escolar, como sistemas humanos de um modo geral, admite características diversas difíceis, muitas vezes, de serem previstas, em especial nos casos emergentes.

No decorrer deste capítulo, o tema complexidade citou exemplos diversos com o intuito de localizar um professor no capítulo que hora segue. Tais perspectivas serão aqui utilizadas no desenvolvimento do tema proposto, como o surgimento de emergências durante o funcionamento de um sistema.

Este tópico foi desenvolvido em etapas, a partir das proposições inerentes ao ambiente escolar do Colégio. Cada situação apresentada será analisada sob a luz da complexidade.

2.5.1 - A inclusão e a integração escolar

Por *inclusão escolar*, Pacheco *et al* (2007) entendem o conjunto de medidas adotadas para garantir, além da inserção, a permanência de um aluno na instituição de ensino escolhida para matrícula, com igualdade de **oportunidades** de aprendizagem, em relação aos demais alunos da classe.

Na inclusão escolar, deve-se pretender atingir os mesmos objetivos, ou pelo menos objetivos próximos de acordo com a realidade de cada caso, com todos os alunos pertencentes à classe regular, entretanto, os caminhos a serem percorridos e o tempo dedicado a cada aluno em atividades em classe e extraclasse não serão necessariamente os mesmos.

A *integração*, prática muito comum em escolas, em um passado recente do Colégio, atualmente pouco indicada no âmbito educacional, consiste em inserir o aluno com necessidades educacionais especiais em classe regular com igualdade de **condições**, almejando o desenvolvimento pleno do discente, através da adaptação do aluno aos recursos já disponíveis a todos (SANCHES, 2005). Por igualdade de condições, deve-se entender mesmo tratamento destinado a todos os alunos. Embora aparentemente justo a leigos em assuntos escolares, a princípio da isonomia depende do respeito às diferenças parametrizando as atividades escolares, indicando diferentes meios de se chegar ao mesmo resultado final ou o mais próximo possível.

A integração teve o seu valor na condição de experiências iniciais para a base argumentativa das lutas pela permanência de alunos com necessidades especiais educacionais. Quando esse processo educacional começou, independente da data, não havia parâmetros a serem seguidos e a simples

alocação em classe regular provavelmente findou-se fracasso na maioria dos casos. Apesar de apresentar casos de sucesso no Colégio, o que infelizmente em vários momentos é utilizado como argumento para uma visão conservadora de ensino, a integração não se mostrou eficaz.

Para Orrico *et al* (2007), as terminologias utilizadas para definir os diversos tipos de deficiência propagam ideias errôneas acerca das características próprias da deficiência, ou seja, a identificação da diferença em relação aos demais alunos da escola dificulta a interpretação acerca das necessidades educacionais relevantes no processo de inclusão. A Declaração Universal dos Direitos da Pessoa com Deficiência (ONU, 1975) desaconselha a classificação do aluno pela deficiência, todavia, no Brasil, a execução de uma política pública exige laudo médico caracterizando a deficiência do aluno e o mesmo para encaminhamento a um NAPNE.

Tendo o Brasil reconhecido a Declaração Universal da Pessoa Portadora de Deficiência pelo decreto 6.949/2009, é contraditório termos um sistema que exige caracterização e classificação pela deficiência, regido por um documento oficial que diz o contrário. Em momentos paradoxais como esse é possível entender a dificuldade na escolha para a alocação de verbas destinadas à educação especial e à implementação de políticas públicas destinadas a possibilitar o sucesso escolar de alunos com necessidades especiais.

Como entender as relações entre os elementos desses sistemas? Primeiramente, deve-se identificar seus elementos ou pelo menos os principais. São eles:

- 1- Os representantes no momento da assinatura do documento;
- 2- As políticas públicas de educação atuais;
- 3- A legislação e suas interpretações;
- 4- A representatividade das pessoas com deficiência no meio político;
- 5- A comunidade escolar.

Se for estabelecida uma relação entre cada elemento apresentado, a análise já começa com 5 fatorial relações. Pela impossibilidade de domínio deste sistema complexo, deve-se tentar entender sua caoticidade antes da

tomada de decisões mais amplas. Isso já fornece um pequeno vislumbre para a dificuldade na tomada de decisões.

As características da educação especial supracitadas, concernentes ao período compreendido entre a década de 80⁹ e os dias atuais, formam uma *noosfera* acerca do tema que pode servir como fonte de referenciais.

O conceito de noosfera, na forma abordada por Morin (1997), pode ser empregado para melhor lidar com as relações entre os elementos escolares. A identificação da existência dessa noosfera e suas características permite avaliar e compreender situações diversas envolvendo os processos escolares. O mesmo se estende à inserção de alunos com necessidades educacionais especiais nas salas de aula regulares.

O diagrama 2.4, abaixo, tenta simplificar a relação entre elementos do sistema escolar com a noosfera.

Todas as relações ao lado são retroativas e representam parte significativa dos elementos do sistema escolar. Todos os elementos se relacionam entre si, embora apenas as relações com os vizinhos adjacentes estejam representadas.

Diagrama 2.4: relações recorrentes em elementos do sistema escolar.

⁹ Foi escolhida a década de 80 como ponto de partida por ser o início de carreira de grande parte dos profissionais da educação ainda no mercado. Isso significa abordar praticamente todo corpo docente e técnico administrativo dos dias atuais.

A noosfera, em muitos momentos, se confunde com a realidade, a ponto de elementos do sistema (professores, administradores, gestores públicos etc.) não saberem distinguir o que é a realidade da ideia de realidade. Em um sistema educacional de grande porte, como o brasileiro, a noosfera ganha elementos novos na passagem da informação em cada ato comunicativo. No caso da educação especial, após todo supracitado, entende-se o porquê das características inerentes às ideias de inclusão e integração se misturarem ao olhar dos incautos.

Para Camargo (2008), as discordâncias sobre os procedimentos adotados em relação à integração X inclusão baseiam-se no fato de as escolas ocultarem seu fracasso isolando os alunos com necessidades educacionais especiais, integrando somente aqueles que não constituem desafio à sua competência. Isso se dá, porque as modificações na estrutura escolar, física e humana, não constituem um processo simples e rápido, como aparentemente muitos julgam. Isto posto, pode-se retornar ao anel recorrente acima para identificar possíveis consequências dentro do sistema para as partes envolvidas. Não se pode pretender utilizar a consulta à rede de ligações para controlar esse sistema caótico, mas pode-se tentar relacionar ações para saber qual o melhor passo a ser dado.

Para simplificar o entendimento das diferenças apontadas, a tabela 1 (abaixo) compara as principais características da *inclusão* e da *integração*, na visão de Sanches (2005, p.17).

Tabela 2.5.1-1: comparação entre características da integração e da inclusão escolar

INTEGRAÇÃO	INCLUSÃO
Competição	Cooperação/solidariedade
Seleção	Respeito às diferenças
Individualidade	Comunidade
Preconceitos	Valorização das diferenças
Visão individualizada	Melhora para todos
Modelo técnico-racional	Pesquisa reflexiva

Partindo dessas oposições, através dos dados apresentados, é possível constatar a superioridade ética, social e educacional das atividades inclusivas em relação às integradoras, embora uma dependa da outra para existir, formando um anel dialógico recursivo conforme diagrama 2.5.

Diagrama 2.5: anel recorrente inclusão-integração

A relação acima pode ainda ser inserida dentro de um contexto mais amplo, representado pelo diagrama 2.6. Nesse conjunto de relações, temos a inserção de dois elementos de âmbito administrativo. De modo simplificado (simplificar para facilitar o entendimento para depois ampliar novamente), pode-se dizer que as relações em sala de aula e nos corredores são repassadas à administração escolar através de experiências fracassadas, de sucesso e até mesmo de descaso, e essas informações chegam até os gestores públicos, formalmente através da administração e informalmente através de pais reivindicando direitos dos filhos.

Diagrama 2.6: inserção de elementos administrativos na relação entre inclusão e integração.

As respostas dos gestores públicos, por sua vez, também se dirigem a alunos e gestores em diferentes instâncias, e, a cada resposta, obtêm-se novos acontecimentos, novos feedbacks e assim por diante.

Em anéis recursivos, muitas vezes não há como determinar quem surgiu primeiro, como um par ação/reação, em função da relação de dependência. Normalmente os elementos nascem juntos e se desenvolvem através das inter-relações recursivas.

No caso específico da relação integração/inclusão apresentada, é possível determinar a integração como elemento inicial com certa facilidade, mas para isso será mister apresentar, pelo menos sumariamente, a introdução da educação especial no Colégio investigado.

2.6 Como surgiu a educação especial no Colégio investigado?

A inserção de alunos com necessidades educacionais especiais no Colégio foi iniciada com certa regularidade no final da década de 80. Nessa época, todos os alunos, independentemente da necessidade de recursos especiais, adentravam por meio de concurso.

Alunos com necessidades especiais não tão perceptíveis a olhos pouco atentos com certeza têm passado pelo colégio desde sua fundação. Por exemplo, um aluno com síndrome de Asperger¹⁰ pode ser tomado por esquisito, antipático; um surdo leitor de lábios, por desligado; um aluno com baixa visão, por desinteressado em leituras, sem copiar conteúdos do quadro, entre tantos outros casos que passaram esta instituição em passado recente.

A partir do momento em que alunos começaram a andar pela escola usando bengalas, outros usando binóculos em sala de aula para olhar o quadro e enormes lupas para ler um livro, geraram-se evidências físicas perceptíveis a qualquer um (de acordo com o ex-coordenador, atualmente aposentado, da principal sala de recurso do Colégio, um professor com deficiência visual em um comentário bem humorado “até cego vê que essa escola está recebendo deficientes visuais”¹¹).

No final da década de 1980, alguns professores do Instituto Benjamin Constant, doravante chamado IBC, preparavam os alunos cegos e com baixa visão para as avaliações de admissão do Colégio, obtendo um índice percentual considerável de aprovações e classificações no processo seletivo.

A presença de alunos com deficiência visual inicialmente foi sentida apenas nas salas de aula onde estavam. Professores e alunos, de um modo geral, não sabiam como proceder e, normalmente, sequer eram avisados da

¹⁰ Uma espécie de autismo leve, sem atraso cognitivo tão significativo como no autismo grave.

¹¹ Sem referência por se tratar de fruto de conversas informais na sala de recursos da escola. Pelo teor do comentário, pouco relevante na condição de informação base e tratando-se apenas de uma forma de evidenciar o dito anteriormente através de uma informalidade, não há necessidade de conferência da informação.

presença de um aluno com deficiência visual em sua classe, muitas vezes descobrindo de modo constrangedor.

Ao pensar a escola como um sistema, inicialmente somos levados a crer que houve uma modificação no sistema existente pela inserção de novos elementos, todavia temos um novo sistema formado pelo sistema antigo, os novos elementos, todas as novas relações estabelecidas entre os novos elementos e as relações entre os novos alunos e o antigo sistema.

Esse processo de inserção de alunos com deficiência visual, que não vai além da simples permissão de estar nessa escola regular, constitui um processo de integração. Embora a forma de recepção desses alunos não tenha sido a atualmente recomendada, esse processo teve sua importância, em função de todos os processos desencadeados e da ampliação da possibilidade de emergências voltadas para a educação especial de modo abrangente.

A entrada de alunos com deficiência visual através de concurso não pode ser considerada uma emergência, sendo, no máximo, classificada como algo inesperado. De certo modo, os impactos individuais gerados dentro da comunidade escolar fertilizam o terreno para o surgimento de emergências.

A constante chegada de alunos com deficiência visual, oriundos do IBC, ao Colégio, aproximou formalmente estas instituições através de um convênio. Por esse convênio, o IBC forneceria subsídios para adaptação de materiais em relevo e transcrição das provas dos alunos do braile para tinta.

Qualquer procedimento adotado pelo IBC sempre exigia intervalos de tempo grandes (não havia internet nem programas de transcrição como os atuais). Qualquer material deveria ser encomendado ao IBC, produzido e depois levado ao Colégio. Um processo que por vezes levava mais de um mês, quando o pedido não era esquecido em alguma mesa, em função da burocracia. Na prática, o convênio tornou-se incipiente dentro das perspectivas dos professores do Colégio.

Alguns professores procuraram, por iniciativa própria, solitária e solidária, meios para lidar com alunos com necessidades educacionais

especiais integrados nas salas de aula regular¹². Outros professores continuaram suas aulas, através dos anos, “normalmente”, como se nada estivesse acontecendo.

Do conjunto de professores cujas aulas e materiais não sofreram alteração inicialmente, um percentual considerável foi sendo sensibilizado e iniciando pelo menos um processo de envio de apostilas para impressão em Braille. Os alunos videntes, de geração em geração, adaptados à presença dos alunos com deficiência visual, passaram a ajudar, com gestos simples como ditar para o amigo o que está escrito no quadro. Na falta de material de estudo em bibliotecas, as anotações do caderno são extremamente valiosas.

2.6.1 A criação do Departamento de Educação Especial no Colégio: um novo passo para a educação inclusiva

No ano de 2004, foi criado o Departamento de Educação Especial pelo então diretor geral do Colégio. A existência de alunos com necessidades educacionais especiais foi oficializada, e a captação de recursos materiais e humanos junto ao Ministério da Educação e Cultura foi, até certo ponto, facilitada. Uma das unidades do colégio, localizada ao lado da Direção Geral, ganhou uma sala para atender os alunos com deficiência visual e guardar materiais destinados a esses alunos.

O Convênio com o Instituto Benjamin Constant sofreu uma alteração radical: os alunos, ao terminarem o Ensino Fundamental na referida instituição exclusiva do Ensino Especial, teriam acesso direto ao Colégio, bastando o requerimento de uma vaga.

A partir do ano de 2005, com a livre entrada para oriundos do IBC, uma grande quantidade de alunos com deficiência visual passou a ingressar nas

¹² Alguns desses alunos estão hoje muito bem colocados no mercado de trabalho, como um professor de História classificado em quatro concursos para lecionar como docente efetivo em instituições federais de ensino (atuou no Colégio, Colégio Militar, UFRJ e atualmente na UNI-RIO) e outro, da área da informática, foi um dos criadores do programa mais utilizado para impressão Braille, da UFRJ.

salas de aula regulares do Colégio. A presença desses alunos, nos horários extraclasse, demandava uma mão de obra pouco disponível na escola. A solução encontrada pelo responsável pela sala de depósito de material para a Educação Especial, um professor de história com deficiência visual, foi “recrutar”, através da sensibilização, estagiários das universidades em cursos de Braille ministrados por ele.

No ano de 2007, apenas dois anos depois, começaram a aparecer monografias de fim de curso baseadas nos trabalhos realizados com os alunos com deficiência visual. Alguns professores universitários passaram a visitar a instituição para conhecer o trabalho desenvolvido por seus alunos no colégio. No ano de 2008, disciplinas de prática de ensino voltadas para a educação especial, como as do Instituto de Física da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, foram criadas com o intuito de preparar os alunos da licenciatura para as classes que continham a presença de alunos com e sem deficiência visual.

Sob o olhar da complexidade, é possível afirmar que pequenas transformações no Colégio influenciaram outras escolas através de seus antigos estagiários, atualmente professores do mercado de trabalho, e de professores que trabalham em outras instituições além do próprio Colégio. A complexidade do processo é de tal monta, que não é possível avaliar com exatidão seus impactos e sua extensão.

Pode-se até afirmar que houve uma emergência: O colégio hoje é regido por um novo paradigma envolvendo a inclusão escolar. Difícil é determinar o momento exato em que isso ocorreu. Talvez o mais correto seja admitir que essa emergência tenha ocorrido em um intervalo de tempo de anos, tendo seu início com a entrada dos primeiros alunos cegos.

A sala de depósito de materiais, também utilizada para aulas extraclasse dos alunos com necessidades especiais, foi transformada em sala de recursos com funcionário e até laptops (até então funcionávamos com um gabinete com processador 486 e Windows 93).

O processo obrigatório de integração (não recomendado pelo MEC) tem-se alternado com a inclusão (recomendada pelo MEC). A coexistência se deve às variações de recursos humanos e materiais dentro da rede de ligações

existente em uma escola com mais de 10.000 alunos. Não há como impedir esse processo por motivos análogos aos apresentados por Johnson (2003, p.96), sobre a impossibilidade de impedir determinada divulgação em uma rede de televisão em função da complexidade existente no sistema.

2.6.2 A complexidade do indivíduo contido em sistema mais amplo

A presença de alunos com necessidades especiais no Colégio estabelece um novo conjunto de relações não usualmente encontrado nas escolas regulares tradicionais. As relações a que se faz referência aqui envolvem as instâncias mnemônica, sensorial e computacional (de informações e de computações). Serão apresentadas abaixo algumas características.

1- Alunos com síndrome de Noonan: Esses alunos, além do atraso cognitivo em comparação com alunos da mesma idade, devem ter alguns fatores levados em conta no momento da concepção da avaliação escolar. O cérebro desses alunos dispõe de memória de identificação, mas não de memória evocativa, ou seja, eles são capazes de identificar equações (caso da matemática), mas incapazes de se lembrar delas e escrevê-las em uma folha em branco. Ensinar e avaliar alunos com essa síndrome requer identificação e certo domínio sobre as variáveis envolvidas nesses casos específicos. Existem evidências da integridade da instância memorial. Cabe ao educador o desafio de detectar onde se encontra a diferença interferente em relação à computação de uma criança sem a síndrome de Noonan.

2- Alunos com síndrome de Asperger: cognitivamente costumam situar-se dentro dos padrões esperados para a idade, apresentando, entretanto, tipos específicos de raciocínio e dificuldade de relacionamento com os colegas de classe. A instância mnemônica chega a ser superior. A lógica parece ser

normal, se comparável aos demais alunos, quando se interessa pelo assunto. Mesmo com essas singularidades no processo de computação de informação, ainda existe um desafio maior, a socialização.

Johnson (op.cit.) menciona a dificuldade do despertar da consciência dos autistas (a síndrome de Asperger é considerada um autismo leve dentro do “espectro” autista), em função da dificuldade em se tentar “entrar na cabeça” de outras pessoas. Através da consciência do alheio despertamos nossa própria consciência. O processo pelo qual isso se dá, os elementos envolvidos e a rede estabelecida nesse sistema complexo ainda são desconhecidos.

3- Alunos com TDAH (transtorno de déficit de atenção e hiperatividade): Esses alunos não enfrentam problemas ao computar informações, pelo contrário, computam bem até informações demais. As instâncias memorial, lógica e noológica variam para cada aluno. O aluno com TDAH apresenta múltiplos focos de atenção, processamentos múltiplos de informação, o que compromete a qualidade de cada processamento considerando as limitações cerebrais e distinção de estímulos.

O aluno com TDAH, em sala de aula, distribui atenção entre fatores diversos, dificultando muitas vezes a compreensão das aulas. Uma conversa no corredor pode ser suficiente para o aluno gerar um foco de atenção. O próprio aluno não tem controle sobre sua atenção, sendo adquirido, se for adquirido, apenas com a maturidade adquirida no período pós-escolar. Os focos podem ser distribuídos em níveis de importância, havendo a possibilidade de hiperfoco em um assunto específico, momento no qual o aluno “se desliga” do entorno. Observe diagrama 2.7, onde, grosseiramente, se tenta reproduzir uma situação real para um aluno com TDAH.

Diagrama 2.7: exemplo de distribuição de atenção para aluno com TDAH.

A intenção do capítulo 2, sem focar em casos específicos alvos da educação especial, foi preparar o leitor para os capítulos vindouros. Relações envolvendo o pensamento por complexos serão necessárias e o público alvo será mais específico: alunos com deficiência visual em classes regulares.

Foram observadas evidências de que o doravante exposto pode ser útil aos casos alvo da educação especial supracitados, entretanto, no “corte” realizado para a pesquisa estes não serão objeto de análise pelo menos no tangente às suas necessidades educacionais especiais.

3. UMA PRIMEIRA ABORDAGEM DO TEMA MULTISSENSIBILIDADE: ALGUNS AUTORES QUE SE DEBRUÇARAM SOBRE O USO DOS SENTIDOS

Nesta seção, buscaremos mostrar como o tema *diversificação sensorial* é mais antigo do que possa parecer, tendo como parâmetro a necessidade visual imposta pela sociedade atual. Na discussão a seguir, mostraremos também que a ideia de diversificação sensorial é, pelo menos, secular.

Por exemplo, nas primeiras páginas de sua “Carta Sobre Cegos”, Diderot (1749; 2006) questiona as formas de se perceber o mundo e o modo de interação da pessoa cega, em função de algumas cirurgias de catarata por ele apresentadas. É, no mínimo, inocente imaginar que um cego de nascença, ao recuperar a visão, inicie uma nova vida. Antes de levar uma “vida de vidente”, o “ex-cego” deve aprender a reagir a estímulos visuais.

Sacks (2006) cita o caso de Virgil, um cego desde a primeira infância que recupera a visão após décadas¹³. Sem saber o que fazer com aquilo que enxergava, visto que não dispunha de memória visual, o novo vidente necessitava comparar os estímulos visuais então recebidos com estímulos utilizados antes de recuperar a visão, os quais aprendeu a reconhecer no decorrer da sua interação com o mundo. Ver uma maçã, por exemplo, não seria suficiente para que Virgil a identificasse. Seria necessário que ele a pegasse e a cheirasse, para, então, concluir: “Isto é uma maçã!”.

Para Descartes (1637; 2010),

Toda a conduta de nossa vida depende de nossos sentidos, e como a visão é o mais universal e o mais nobre dos sentidos, não resta a menor dúvida de que as invenções que servem para aumentar seu poder estão entre as mais úteis que podem existir¹⁴.(p.451)

¹³ O caso citado por Sacks inspirou o Filme “À Primeira vista”, “At First Sight” no original em Inglês, 1999.

¹⁴ Descartes, contemporâneo de Galileu, viveu um período de quebra de paradigmas através da ampliação da visão dos astros, após a invenção do telescópio e seu uso por Galileu em 1609.

Nesse comentário, dá-se claro privilégio ao sentido da visão. Entretanto, além de aparelhos potencializadores da visão, Descartes não considera, nesse comentário, que o uso de outros sentidos pode complementar sua percepção visual ou mesmo fornecer informações distintas e não obtidas pela visão.

Por outro lado, ainda Descartes (op.cit.; p.453) utiliza os termos “tão perfeito e tão exato” para estímulos fornecidos por uma bengala a um transeunte cego de nascença. Para um vidente, esses estímulos seriam “incertos e imprecisos”. Ou seja, as informações táteis não são desprezíveis, pelo contrário, mas para quem sabe interpretá-las. De forma indireta, pode-se concluir em Descartes a complementaridade dos estímulos visuais e táteis, desde que saibamos como aliá-los. Erroneamente, a capacidade de interpretação tátil, então desprezada pela maioria, por vezes não será entendida por videntes considerando características do ato comunicativo que envolvem conhecimento prévio partilhado entre os participantes do ato.

A primazia dada por Descartes à visão em alguns momentos pode ser entendida em função dos poucos recursos táteis da época e pela preferência do meio científico em representar a natureza a partir de informações visuais em um universo mecânico. Séculos após Descartes, Camargo (2008) aponta que, embora as representações sociais que se fazem dos fenômenos da natureza sejam visuais, os fenômenos em si não o são necessariamente. Mas quem construiu seus conceitos na ausência da visão preferiria estímulos visuais, se tivesse oportunidade?

Vejamos, a esse respeito, um caso citado por Diderot (op.cit.):

Se a curiosidade não me dominasse, disse ele, eu preferiria muito mais ter longos braços: parece-me que minhas mãos me instruíam melhor do que se passa na lua do que vossos olhos ou vossos telescópios; além disso, os olhos cessam de ver mais do que as mãos de tocar. Valeria, pois, muito mais que me fosse aperfeiçoado o órgão que possuo do que me conceder o que me falta (p.6)

Nesse caso, a intenção de utilizar o tato se dá pela possibilidade de interpretação da informação associada a vantagens atreladas ao sentido escolhido. O reconhecimento de informações, independentemente do modo entrada, e suas conseqüentes associações dependem diretamente de relações estabelecidas previamente pelo indivíduo. Essa característica será explorada mais detalhadamente no desenvolvimento do referencial teórico utilizado na análise dos dados coletados no decorrer da pesquisa.

O caso acima, do cego preferindo tocar a Lua a de vê-la (se fosse possível) enfatiza as limitações dos sentidos, destacando que a visão possui maior alcance e descontinuidade da informação e o tato, menor alcance (limitado ao tamanho dos braços, se a intenção é utilizar a ponta dos dedos), com informação contínua e mais detalhada, propiciada pela análise ponto a ponto feita na ponta dos dedos, com dados adicionais como rugosidade de superfície, textura etc. A priori, o melhor sentido a ser utilizado deve sempre responder à pergunta “qual é a intenção ao abordar o objeto que se deseja analisar?”. Na ausência de um dos perceptores sensoriais, deve-se acrescentar a pergunta: “que tipo de informação é capaz de acrescentar significados a quem analisa?”.

O contato com o diferente, em relação ao encontrado usualmente no cotidiano, pode nos remeter a outro nível de compreensão dos nossos atos, até mesmo pela reflexão causada quando “desligamos o automático” e retornamos aos passos iniciais.

A dificuldade que os cegos têm de recuperar as coisas perdidas torna-os amigos da ordem; e me apercebi que os que deles se aproximam familiarmente partilham dessa qualidade, seja por efeito do bom exemplo que proporcionam, seja por um sentimento de humanidade que alimentam para com eles. Como seriam infelizes os cegos sem as pequenas atenções dos que os rodeiam. (Diderot, p.3)

No contato com o outro, a partir de necessidades que não necessariamente façam parte de seu cotidiano, pode-se ser impelido a reestruturar comportamentos e modos de percepção do mundo. No exemplo

acima, não foi mencionado o uso de um sentido, mas de alteração comportamental a partir das necessidades de outrem.

Com efeito, no âmbito desta pesquisa, no decorrer das coletas iniciais de dados, percebeu-se que o convívio entre videntes e alunos que frequentam a sala de recursos aguça os sentidos dos primeiros. Em entrevistas, voluntários relataram aprendizagem de duas formas básicas:

- 1- direcionada pelos alunos cegos, ou seja, os alunos dão as indicações de como perceber determinado estímulo;
- 2- ao imaginar o que fazer quando a visão não pode fornecer dados suficientes em determinada situação.

Diderot (op.cit, p.9) destaca, de forma análoga à apresentada atualmente por Soller (1999), forma de análise (ponto a ponto) fornecida pelo tato. Essa característica de utilização do tato, na opinião de Soller, será aprofundada posteriormente, no referencial teórico deste trabalho.

Como é que um cego de nascença forma ideias das figuras? Creio que os movimentos de seu corpo, a existência sucessiva de sua mão em vários lugares, a sensação não interrompida de um corpo que passa entre seus dedos, fornecem-lhe a noção de direção. Se ele os desliza ao longo de um fio bem esticado, adquire a idéia de uma linha reta; se segue a curva de um fio frouxo, adquire a de uma linha curva. Mais geralmente, ele tem, por experiências reiteradas do tato, a memória de sensações experimentadas em diferentes pontos: depende dele combinar essas sensações ou pontos, e formar com elas figuras. Uma linha reta, para um cego que não é geômetra, não é mais que a memória de uma série de sensações do tato, situadas na direção de um fio tenso; uma linha curva, a memória de uma série de sensações do tato referidas à superfície de algum corpo sólido, côncavo ou convexo.(p.9)

A informação recebida será computada, no sentido dado por Morin (1997) ao cômputo, junto a informações anteriores, de modo a dar um

significado ao todo ou parte de um todo a que se teve acesso no período de estimulação sensorial.

A utilização do tato associado à visão pode não ser possível em vários casos, por questões culturais ou de distância. Isso não descarta a possibilidade de associação com alguém que tenha um sentido *aparentemente* mais aguçado pela privação de outro. A sensação em questão envolve funções psicológicas superiores, como atenção e memória, nas percepções oriundas do sentido focalizado. Não é uma questão de ouvir melhor, mas de interagir com uma mesma informação, ou seja, para a mesma informação um resultado diferente após o processo de cômputo. A diferença de percepção supracitada é de ordem cognitiva e da interpretação das informações relacionadas ao meio e o que se percebe dele.

A título de exemplo, usemos o caso, citado por Diderot (2006, p.18), de Nicholas Saunderson, cego de nascença e professor da universidade de Cambridge, cuja participação em observações solares determinava os melhores momentos para observação sem interferência no caminho da luz:

Conta-se que um dia, quando assistia a observações astronômicas, que se efetuavam em um jardim, as nuvens que subtraíam de quando em quando aos observadores o disco do sol ocasionavam uma alteração bastante sensível na ação dos raios sobre seu rosto, para lhe assinalar os momentos favoráveis ou contrários às observações. Acreditareis talvez que se produzisse em seus olhos algum abalo capaz de adverti-lo da presença da luz, mas não da dos objetos; e eu teria acreditado nisso como vós, se não fosse certo que Saunderson estava desprovido não só da vista, mas também do órgão.

No evento em questão, mesmo sem o uso da visão, o professor de Astronomia, Física e Matemática cego contribuía para obtenção de informações visuais em uma ação conjunta. Não há evidências encontradas de que a cegueira dê aos deficientes visuais maior sensibilidade à variação dos raios solares, entretanto, é provável que a limitação sensorial tenha impulsionado Saunderson a interpretar o estímulo luminoso através da sensação térmica em uma área de maior sensibilidade à luz: o próprio rosto.

Atualmente, de posse de um medidor de intensidade solar, os “bons momentos” de observação podem facilmente ser determinados (podem até ser somados, se assim o pesquisador quiser). No século XVIII, a percepção da pele poderia exercer um papel que poderia ser desempenhado pela visão com um preço muito alto: o sacrifício da mesma, além da ofuscação temporária, o que impossibilitaria boas observações.

Essas primeiras visões citadas acerca da multissensorialidade servirão de base para o desenvolvimento das atividades a serem desenvolvidas antes de determinar como serão coletados dados para futuras conclusões sobre a diversificação de percepções sensoriais em salas de aula regulares.

3.1 Percebendo os fenômenos naturais sem o uso da visão: novidade?

Pouco divulgada ou mesmo omitida, a deficiência visual de alguns homens da ciência existiu tanto quanto suas produções intelectuais.

Podemos retomar o exemplo de Nicholas Saunderson, cego de nascença, professor de Óptica, Matemática e Astronomia em Cambridge, em meados do século XVIII, famoso por suas palestras e modo de realizar cálculos¹⁵ (Tattersall, 1992, p.310). Saunderson chegou a trabalhar diretamente com Newton e Halley, entre outros, no processo de criação de um método de facilitação para localização marítima concorrendo com outros países (*Idem, ibidem*, p. 362). Atualmente, tal método se chama “Longitude”, e seu marco zero se localiza na cidade de Londres, com divisões de 15 graus para cada linha imaginária.

¹⁵ Preferia aritmética e análise a geometria.

Johannes Kepler (1571-1630), astrônomo e matemático com poliopia anocular e miopia¹⁶, marcou o meio científico com suas três leis do movimento planetário, sem as quais Newton provavelmente não chegaria à universalização das Leis da Mecânica. Newton (2008), embora cite várias vezes o trabalho de Kepler, sem citar seu nome, questiona o sistema geocêntrico, usando as observações das Luas de Júpiter feitas por Galileu (com quem Kepler se correspondeu no decorrer da carreira) e a lei dos períodos de Kepler.

Os trabalhos de Kepler também foram utilizados por Römer para anunciar, em setembro de 1676 (RIVAL, 1997, p. 31), evidências da finitude da velocidade da luz. A lei dos períodos, aplicada aos satélites galileanos, possibilitou a detecção de um atraso de 10 minutos entre a ocorrência e a percepção visual do fenômeno. Obviamente, além do domínio das leis de Kepler, Römer contou com a contagem do tempo abaixo do segundo, após a invenção do relógio de pêndulo em 1654 (*Idem, Ibidem*)

Galileu, deficiente visual, no final da vida, após seus trabalhos relevantes já terem sido desenvolvidos, teve a credibilidade das suas informações visuais questionada pela comunidade científica, em 1610. Naquele momento, a interpretação de informações visuais de acordo com a época dificultou a credibilidade de uso de informações visuais obtidas por um novo instrumento, o telescópio.

Como exemplo histórico envolvendo os cientistas citados nos parágrafos anteriores, veja-se o episódio vivido por Galileu nos dias 24 e 25 de abril de 1610¹⁷, quando levou seu telescópio à casa de seu rival, Magini, em Bolonha, para demonstrá-lo a vinte e quatro professores. Nas palavras de Horky, discípulo de Kepler (GALILEU. Opere.v. X.p. 342 apud FEYERANBEND, 2003):

Não dormi nada nos dias de 24 e 25 de abril, nem de dia nem de noite, mas testei de mil maneiras o instrumento de Galileu, tanto em coisas aqui de baixo quanto naquelas lá de

¹⁶ No século XVII, a miopia poderia ser considerada uma deficiência visual pelos parâmetros atuais em função do pouco acesso a instrumentos de correção. A poliopia é um defeito da visão que causa a visualização de imagens múltiplas.

¹⁷ Ano seguinte ao início oficial do uso de telescópios para observação celeste.

cima. Aqui embaixo, ele funciona maravilhosamente; nos céus ele nos engana, pois algumas estrelas fixas aparecem duplicadamente (...) Isso silenciou Galileu e, no dia 26, ele partiu tristemente de manhã cedo...(p.133)

Ainda segundo Feyerabend (Op. Cit.), meses após o ocorrido, Kepler estava recebendo, de diversos cientistas de renome, uma “avalanche de cartas” com críticas às observações realizadas com o telescópio de Galileu. Acreditando na possibilidade de as observações de Galileu serem verdadeiras, Kepler solicitou-lhe novos testemunhos, conforme o trecho transcrito abaixo (idem, ibidem apud FEYERABEND, OP.Cit., p.134), configurando-se um exemplo de convicção científica:

Não desejo esconder de você que vários italianos enviaram cartas a Praga afirmando que não conseguiram ver essas estrelas [as luas de Júpiter] com seu próprio telescópio. Pergunto-me como pode ser que tantos neguem o fenômeno, inclusive aqueles que usam o telescópio. Ora, se considero o que ocasionalmente acontece comigo¹⁸, não julgo impossível que uma única pessoa possa ver o que milhares são incapazes de ver (...) Portanto, Galileu, suplico-lhe que me envie testemunhos tão logo seja possível.

A situação vivida por Galileu nos leva, neste momento, a questionar a percepção visual de duas formas distintas:

1- É possível que os satélites de Júpiter não estivessem visíveis por questões atmosféricas similares às de setembro de 2010, do dia 20 ao 24, na cidade do Rio de Janeiro, quando Júpiter estava aparecendo a leste no horizonte às 19:40 h na Rua São Francisco Xavier, localizada no bairro da Tijuca onde este pesquisador estudava Astronomia com seus alunos videntes. Com um telescópio feito com cano PVC e lentes de óculos, cuja potência óptica era

¹⁸ Kepler, além de miopia, sofria de poliopia, enxergando imagens múltiplas.

pouco acima da do telescópio do Galileu em 1610¹⁹, não era possível identificar visualmente Io, Calisto, Júpiter e Europa. Nestas datas, a Lua se apresentava com a face voltada para nós iluminada (Lua cheia), e isso caracteriza fator de poluição visual para observações astronômicas com céu com alta umidade. Galileu pode ter passado por situações semelhantes, pois, ao não se perceber algo com os olhos, não significa que aquele algo não esteja ali.

2- O ato de ver/perceber exige aprendizagem prévia, conforme se observará nas atividades relatadas nos capítulos vindouros. Antes de identificar um objeto e interagir visualmente com ele, é necessária experiência visual prévia. Conforme Leontiev (1981), “os fenômenos e processos que descobrimos no cérebro e outros órgãos do nosso corpo são os psicológicos e fisiológicos não. A psique está sempre ligada com eles e não existe para além deles”. Corrobora-se, desse modo, o que defende Sacks (2006), ao dizer que se pode pensar que, ao recuperar a visão, um cego simplesmente levará uma vida similar à de quem sempre enxergou. Todavia, é necessário um período de adaptação, em que o agora ex-cego precisa aprender a enxergar. Esse caso específico será analisado adiante com mais detalhes na introdução à multissensorialidade.

De todo o exposto, infere-se que a diversidade proporcionada pela deficiência no uso de um determinado receptor sensorial mostra-se geradora de novas eficiências, não havendo, portanto, motivos para essa mesma diversidade seja negada nas escolas regulares.

¹⁹ De acordo com Oliveira Filho (2013, p.81) o primeiro telescópio de Galileu tinha aumento de 3 vezes.

4 JUSTIFICATIVA

Uma compreensão adequada do nosso objeto de pesquisa - a eficiência da diversidade sensorial em sala de aula regular, numa perspectiva em que a deficiência abre espaço para novas eficiências - dependerá grandemente de informações presentes no presente capítulo. Nele, tentaremos mostrar os motivos de nossa opção pela diversidade e pelo local escolhido para aplicação da *multissensorialidade*, ou *diversidade sensorial*, tanto em aulas inovadoras, quanto nas mais tradicionais.

4.1 A origem da pesquisa

Conforme apontado na Introdução, a pesquisa foi realizada em uma escola onde a presença de alunos com deficiência visual tem sido frequente e, no início do processo de integração desses alunos, muitas dificuldades foram observadas. Na busca por metodologias de inclusão específicas para alunos com deficiência visual, deparamo-nos com diversos tipos de alunos cujas características seriam suficientes para encaminhamento a atendimento especializado. Em nossa pesquisa, no entanto, optamos por nos dedicar especificamente à cegueira total, ou desenvolvida posteriormente, e a casos de baixa visão²⁰.

As atividades pensadas exclusivamente para alunos com deficiência visual, a princípio, encerrar-se-iam em si mesmas. Em pesquisa anterior, no decorrer do curso de mestrado, materiais específicos já haviam sido desenvolvidos, desde o ano de 2006, para suprir necessidades imediatas que se

²⁰ No decorrer da pesquisa, esbarramos com casos de alunos com Transtorno de Atenção e Hiperatividade e síndrome de Asperger. Estes ficarão de fora da análise final por uma questão de corte para pesquisa, embora resultados positivos tenham sido observados durante as atividades.

apresentaram, e provavelmente se apresentariam novamente nos anos vindouros, com nível de variação não previsível. Nessa pesquisa anterior, notou-se interesse de alunos videntes pelas atividades desenvolvidas para os alunos com deficiência visual tanto dentro quanto fora de sala, no contraturno. Mas, qual seria a fonte do interesse de alunos videntes acerca das atividades destinadas a seus colegas de classe com deficiência visual? As atividades pretendiam a substituição de informações visuais por auditivas ou táteis e despertavam interesse de outros no entorno, aparentemente sem problemas com a percepção visual. Embora houvesse interesse, não necessariamente o material destinado aos alunos desprovidos de visão normal seria útil, como o caso dos materiais específicos.

Tais observações não resultaram em pesquisa naquele momento, com exceção da parte referente à escrita matemática em Braille dos materiais em relevo (TATO, 2009), tema de dissertação redigida nos anos de 2007 e 2008. Esses anos de contato intenso com o processo de adaptação de recursos para dentro e fora da sala de aula regular suscitaram, dentre outras, a seguinte questão: qual seria a razão de parte considerável dos alunos videntes se interessar pelas atividades destinadas aos alunos com deficiência visual? Provavelmente, tal interesse é despertado pela possibilidade de contato com a diversidade.

Na escola observada, atualmente, as turmas são formadas por alunos sem necessidades educacionais especiais aparentes e por alunos com necessidades especiais. Nesse novo sistema, com maior diversidade de características dos elementos, é necessária avaliação do comportamento de grupo frente ao comportamento tradicional com novos membros, antigamente excluídos em “escolas especiais”. Ao elencar os fatores do comportamento de grupo, as possibilidades são múltiplas (ENGSTRÖM, 2001; DUARTE, 2002; LIBÂNIO, 2004), e as possibilidades de análise, grandes demais para dispensarmos uma faixa específica de relações, no caso desta pesquisa, a relação entre diversidade de percepção sensorial em sala de aula regular.

A pergunta-base da pesquisa é: E se a diversificação sensorial, pensada inicialmente para alunos com deficiência visual, fosse dirigida a todos os

alunos da turma, incluindo outros casos do público alvo da educação especial, como isso seria feito e qual seria o impacto educacional? A resposta a essa pergunta pretende a quebra do paradigma da visão das escolas regulares.

Uma aula pensada para 40 alunos de uma classe regular, em um dado momento da carreira do professor, com diversidade de recursos sensoriais, não necessitaria de ajustes “drásticos” no caso da presença de um aluno com deficiência visual, independentemente de a deficiência ser a cegueira ou a baixa visão. Na instituição de ensino pesquisada, uma das críticas mais frequentes dos professores recaía sobre o tempo necessário para cumprir o cronograma de conteúdos, sob a alegação de “ter de dar duas aulas ao mesmo tempo”, no caso de classes com alunos incluídos.

No entanto, os recursos pensados para alunos com deficiência visual, se utilizados por todos os alunos, constituirão a inclusão escolar tão desejada, além de evitar o duplo trabalho por parte do professor. A existência de atividades específicas para alunos com deficiência visual não será descartada, mas estas devem ser utilizadas como último recurso didático, quando as demais possibilidades se esgotarem. O que era chamado pelos professores da instituição de “preparar a aula dos cegos” seria substituído por “preparar a aula dos alunos”.

As atividades inclusivas com aproveitamento das diferenças, na visão de Pacheco (2006) e Camargo (2008 e 2012), de maneira similar ao apresentado por Tattersall (1992) sobre a carreira de Nicholas Sauterson, constituem grande passo em relação ao desenvolvido na pesquisa em linguagem matemática no sistema Braille (TATO, 2009), cujo teor envolvia atividades específicas para alunos cegos. Mesmo com adaptações para alunos em fase de perda da visão e para alunos videntes ajudarem os alunos cegos no decorrer da aula, o material desenvolvido nunca seria cabível em uma sala de aula sem alunos com deficiência visual.

Atividades envolvendo as diferenças e as particularidades constituem duas faces complementares do processo de inclusão escolar nas salas de aula regulares. A “dosagem” de cada será medida para cada caso específico, no

decorrer do ano letivo, de acordo com as necessidades apresentadas pelos alunos, todos²¹.

Pela presença de um aluno com deficiência visual em sala de aula regular, uma aula cuja base envolva uma estrutura empírica da linguagem audiovisual interdependente deve ser completamente modificada, de modo a permitir a participação plena desse aluno, ainda existindo variações, conforme o problema de visão apresentado. Tais adaptações exigem esforço do professor e necessitam de tempo dentro e fora de sala de aula. Observou-se ser relativamente comum, na instituição pesquisada, o pedido de que os professores usassem uma linguagem verbal mais descritiva em sala de aula quando houvesse presença de alunos com deficiência visual. Atualmente, essa demanda pode ser mais precisa ao se identificar exatamente quais relações sensoriais são envolvidas, considerando as categorias de linguagem de Camargo (2012). Uma delas é a estrutura empírica da linguagem audiovisual, cujo veículo da informação (estrutura empírica) depende do somatório (interdependente) entre os meios auditivos e visuais. A definição formal desta e de outras categorias de linguagem serão aprofundadas nos capítulos seguintes.

A mudança na rotina do professor, então retirado de sua zona de conforto pelo novo desafio, pode levá-lo a desejar a ausência do aluno cujas necessidades educacionais diferem daquelas de suas práticas usuais. De um modo geral, na escola observada na pesquisa, o professor interessado pelo aluno faz alguma adaptação de recurso e mantém a aula para os demais alunos, numa modalidade denominada por Camargo (2012), conforme já mencionado, de 40 +1. Isso significa a concomitância de duas aulas diferentes, o que impacta negativamente na qualidade da aula para todos os 41 alunos. Esse tipo de prática faz o aluno com deficiência visual parecer um estorvo para classe, que passa a ser privada de novas possibilidades de entender o mundo.

Uma metodologia que contemple a diversificação da percepção, independentemente da presença de alunos com alguma deficiência na classe,

²¹ O peso envolvendo o esforço de cada parte é apresentado por Camargo (2012) em uma comparação com posição de centro de massa de um sistema. O ponto de equilíbrio no processo de inclusão jamais será encontrado sem esforço do próprio aluno e de toda instituição.

permite ao professor receber um aluno com deficiência ou pouca eficiência em um dos sentidos, ministrando a mesma aula para todos. Nesse segundo caso, pode-se fazer uso da ideia de Pacheco (2006), ao reunir alunos diferentes para juntos aprenderem uns com os outros.

Historicamente, alguns recursos foram pensados para pessoas com deficiência e acabaram sendo úteis a toda a sociedade. Como exemplo, podemos citar o caso de Alexander Graham Bell, professor de Física em uma escola para crianças surdas e inventor de um aparelho para som à distância hoje denominado “telefone”. Outro exemplo envolve o que Galileu denominou “óculos especiais” para uma associação de lentes para ampliação de objetos. Se não se pensasse em óculos, não teríamos o telescópio, nem as descobertas oriundas em dados coletados com o aumento de ampliação.

4.2 O motivo de nossa escolha pela diversidade sensorial

Um dos estudiosos do tema diversidade sensorial, Soller (1999, p. 17) nos aponta que “o ensino de ciências naturais ou experimentais, desde os primeiros anos escolares até os níveis médio e superior, está recebendo um tratamento didático focado exclusivamente em uma perspectiva visual.”.

Embora discordemos da exclusividade da visão, concordamos com o autor a respeito das consequências de não se considerar a diversidade sensorial em sala de aula. Para Soller (*Idem, Ibidem*), são:

- a) Perda de grande quantidade de informação científica e na aprendizagem dos fatos.
- b) A apresentação dos assuntos das ciências naturais e experimentais aos alunos deficientes visuais (cegos e com baixa visão) de forma pouco motivadora a eles e que, por sua vez, supõe dificuldade adicional ao seu estudo.

- c) Uma percepção minimalista do meio ambiente que nos rodeia que ocasiona uma interpretação tendenciosa dos fenômenos.
- d) Uma visão muito reduzida da observação científica. Quando se observa normalmente, só se vê, mas se esquecem dos demais canais sensoriais de entrada de informação.

Em uma turma regular, quando o professor de educação básica se depara com mais de 30 alunos em sala, independentemente da metodologia por ele adotada, há alunos com maior facilidade ou dificuldade de aprender por meio das escolhas didático-metodológicas do professor. Nesta pesquisa, não será considerada uma melhor metodologia para a sala de aula. Será discutida a amplitude de alcance, em termos sensoriais, para facilitar a escolha do profissional da educação básica, ao preparar suas aulas.

Ao longo do presente texto, pretende-se ainda ressaltar quão amplo é o histórico processo de exclusão, conforme observado também na escola pesquisada em função de excesso de atenção dada aos recursos visuais. Tomamos por base atividades desenvolvidas em turmas que continham:

1- alunos com alguma espécie de problema visual, possível de ser corrigido, mas que ainda não perceberam alterações. Esses casos são relativamente comuns quando o problema se desenvolve lentamente, e o aluno vai se adaptando inconscientemente à nova realidade;

2- alunos com alguma espécie de problema visual, possível de ser corrigido, que conhecem o problema e a solução, mas que não possuem recursos imediatos para este fim;

3- alunos cuja visão seja pouco eficiente para sua aprendizagem (baixa visão) ou inexistente.

Nos três casos destacados, as aulas com “multirecursos” sensoriais são importantes, independentemente da identificação do aluno deficiente visual pelo professor. Misturados aos demais alunos, é possível que se passem anos até que uma deficiência possível de ser corrigida (podendo ser um estágio até a cegueira total) seja notada.

4.3 O uso de imagens na divulgação científica

No século XVII, Descartes (2010) já usava representações geométricas das trajetórias da luz em corpos semitransparentes, para desenvolver seus trabalhos em óptica geométrica. No século XVIII, Newton (1642-1727) remetia frequentemente a construções geométricas ou indicações, através de diagramas, para justificar o movimento de corpos no universo (Newton, 2008 e 2008a). No século XIX, Ampère (apud Assis; Chaib, 2011) se divide entre o uso de imagens e o desenvolvimento analítico de equações.

Aparentemente, nas obras citadas, parte considerável das imagens apresenta intenção didática/explicativa. Em outras palavras, em boa parte dos casos, as imagens não são determinantes para o desenvolvimento do trabalho em si, mas possuem papel de representação visual a ser somada às palavras escritas, no decorrer do ato comunicativo e unilateral como é feito em livros. Os conteúdos dessas obras foram escritos por e para videntes. A inserção de imagens remete a um processo de uso da visão para entendimento do tema, gerando a ilusão de vinculação das grandezas à visão.

Dentre os trabalhos de relevância no século XVII, Mariconda (2011) destaca dois dos deficientes visuais já apresentados:

“Kepler e Galileu, de sua parte, operarão, para fins estritamente científicos, uma redução da pretensão matemática sobre o sistema do universo. Ambos circunscreverão a prescrição de

“perfeita ordenação entre as partes e o todo” ao sistema solar, ou seja, para ambos a questão científica relevante é a de entender e explicar o sistema planetário do qual a Terra faz parte.” (p.29)

O modo de expressão de ambos, diferentemente de Newton e Descartes, pode ter origem no comprometimento da visão. É importante ressaltar que, embora o período polêmico de Galileu, iniciado em 1610 com o “Sidereus Nuncius” (A Mensagem das Estrelas), primeira obra publicada por Galileu, na qual ele anuncia o famoso conjunto de observações astronômicas feitas com o uso de “óculos especiais” aperfeiçoados a partir de “notícias e relatos de alguns exemplares do instrumento.” (MARICONDA, 2000, p. 81). A discussão entre os sistemas Ptolomaico e Copernicano foi publicada em 1633, cerca de 21 anos após as primeiras publicações de Galileu sobre as manchas solares (idem, p. 83). Considerando a idade de Galileu (nascido em 1564), então com 69 anos, os anos de observações solares e a tecnologia da época, provavelmente, a arte final da produção científica de Galileu provavelmente foi influenciada por deficiências da visão.

É também provável que as imagens tenham sido utilizadas na concepção dos modelos científicos pelos autores na condição de organizadores do pensamento, em uma visão vigotskiana, em que o pensamento se organiza por meio de estímulos externos ao corpo, através de ferramentas (VIGOTSKI, 2005). Na relação entre pessoa e ferramenta, podem-se ainda inferir as relações que os outros membros da sociedade estabelecem com essa ferramenta, ou seja, quais significados são atribuídos a essa ferramenta no processo de desenvolvimento da sociedade onde a pessoa está inserida? (ENGESTRON, 2001; CAMBUHY & MATTOS, 2015).

A relação que se retroalimenta entre significados atribuídos às imagens e seu uso, implícito ou explícito, no ato comunicativo, tende a excluir aqueles cuja percepção não seja próxima à da maioria. Entre os excluídos em questão, temos alunos com deficiência visual, auditiva ou ambas, em alguns casos.

Camargo (2008) ressalta a modelagem representativa da natureza de modo visual, mesmo que boa parte dos fenômenos não seja

visual. Podem-se imaginar motivos de ordem prática, como a maior facilidade de reprodução por meios visuais em relação aos táteis, além do menor custo. Todavia, essa relação de facilidade limita o acesso à informação e, nos dias atuais, nos gera outros custos a serem considerados, em nome de uma suposta facilidade em outros momentos históricos.

Os cientistas claramente ainda preferem os meios visuais para modelagem de fenômenos, como na câmara de bolhas de Wilson, no experimento de Milikan, na Teoria da Relatividade Einsteiniana, entre tantos outros. O mesmo se aplica aos meios de divulgação científica e seus reflexos nas escolas regulares.

No sentido de Morin (1997) para noosfera (vide capítulo II), a representação de conceitos é transferida para o campo das ideias, onde podem, através do uso, ganhar status de realidade mesmo continuando a ser um modelo representativo. Não se discute, por exemplo, a existência do elétron; trabalha-se com ele, e os resultados são interpretados a partir dessa premissa. Analogamente, se um fenômeno é levado à noosfera como indissociável da visão, logo a formação de conceitos em torno do fenômeno ganha uma barreira imotivada ao uso de outros recursos sensoriais representativos, restringindo o acesso a informações referentes ao fenômeno, em um processo de exclusão.

Nesta seção, foi discutida a questão da preferência pela informação visual na interpretação e divulgação acerca de fenômenos naturais. No próximo subitem, pretende-se fornecer informações adicionais para entendimento dos atos comunicativos pela diversificação sensorial.

4.3.1 O uso da visão e os livros de Física destinados à educação básica

Atualmente, pelo Plano Nacional do Livro Didático, doravante PNLD, o governo federal oferece às escolas públicas os livros didáticos a serem utilizados pelos alunos. São oferecidos aos professores livros para análise, antes de decisão conjunta sobre qual livro melhor atende às necessidades educacionais²².

Alguns dos livros fornecidos para análise no ano de 2012, para serem utilizados nos anos de 2013, 2014 e 2015, na instituição escolar pesquisada, foram: *Física em contextos: pessoal, social e histórico: movimento, força, astronomia*, de Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira e outros autores (FTD, 2011), *Curso de Física*, de Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga (Scipione, 2010), *Física: Ciência e Tecnologia*, de, Carlos Magno Torres, Nicolau Gilberto Ferraro e Paulo Antônio de Toledo Soares (Moderna, 2010) e *Conexões com a Física*, de Blaidi Sant'anna e outros (Moderna, 2010).

Em todos os casos, não há exceção, os livros conferem grande importância ao uso da imagem e em raros momentos apresentam alguma sugestão que não contemple a visão. Isso significa que, a priori, os alunos com deficiência visual não estavam sendo considerados pelo PNLD, até o ano de 2015, quando começaram a chegar os audiolivros do MEC. Estes, ainda em fase de adaptação na escola observada, não serão aqui discutidos por uma questão de tempo necessário para fechamento dos dados para o texto final da pesquisa.

Após a apresentação do tema desta pesquisa e sua justificativa, iniciaremos um estudo sobre a base teórica que nos permitiu o planejamento das atividades e a análise de dados.

²² Não foi aqui inserida a melhor escolha para o aluno porque ainda não tive o prazer de contemplar esse momento em minha carreira como professor.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

O entendimento de nossa proposta de pesquisa em uma escola da educação básica depende do conjunto de relações estabelecidas entre todos os elementos atuantes no processo educacional. Nossa hipótese é a da construção da deficiência diante das possibilidades que não se fazem presentes, ao invés de uma deficiência pela simples ausência de um perceptor. Desse modo, podemos buscar interpretações sobre o que é a deficiência, suas causas e, a partir dessa discussão, avaliar soluções com a intenção de saná-las ou minimizá-las no âmbito educacional, em escolas regulares.

Com o objetivo de balizar essa proposta de interpretação, nos itens a seguir, apresentaremos:

- 1- As categorias de linguagem de Camargo (2012), já citadas anteriormente, mas ainda não devidamente discutidas;
- 2- Uma discussão sobre as consequências de se ter um canal de percepção de informação a menos em comparação com a maioria da sociedade;
- 3- O que é compensado ao se perder um dos sentidos sensoriais;
- 4- Novos meios no processo de compensação: um novo elemento gerador de novas relações;
- 5- O processo de compensação da visão por meio da diversificação sensorial.

5.1 O ato comunicativo em ensino de Física: categorias de análise

Dentre as instruções dadas a professores que se depararão com alunos cegos pela primeira vez, uma das mais comuns envolve o cuidado com a linguagem em sala de aula (TATO, 2009). Camargo (2012), após analisar diversos episódios em sala de aula regular, com aluno deficiente visual presente, identificou e classificou os atos comunicativos de modo a possibilitar entendimento mais amplo e específico, quando necessário, sobre os chamados “cuidados com a linguagem”. Utilizando a visão de Lemke (1997), Camargo, através da análise de recursos sensoriais, responde às seguintes questões: como comunicamos as ideias? Quais são as dificuldades básicas na comunicação de conceitos científicos?

5.1.1 A estrutura empírica da linguagem

Camargo (op.cit, p.45) apresenta a estrutura empírica da linguagem como o suporte material pelo qual se dá o ato comunicativo, como a transmissão da informação é materializada, veiculada. A identificação da estrutura empírica possibilita identificar quais perceptores serão utilizados no ato comunicativo. O autor estabelece as seguintes categorias:

1- *Fundamentais*: quando o total da informação veiculada usa apenas um suporte material. As estruturas fundamentais podem utilizar mais de um suporte material, mas cada um deles fornece todas as informações pretendidas (como um interlocutor projetar e ler ao pé da letra o que está projetado). Distribuem-se em:

1.1 - *Fundamental auditiva*: necessita APENAS da percepção auditiva;

1.2 - *Fundamental auditiva e visual independentes*: as mesmas informações são veiculadas de modo a permitir a escolha do perceptor

a ser utilizado, podendo o aluno valer-se apenas da visão ou da audição, sem perdas;

1.3 - *Fundamental tátil e auditiva independentes*: as mesmas informações são veiculadas de modo a permitir a escolha do perceptor a ser utilizado, podendo o aluno valer-se apenas do tato ou audição, sem perda de informação;

1.4 - *Fundamental visual*: pelo condicionamento exclusivo à visão, alunos deficientes visuais são sumariamente excluídos nos momentos em que um professor utiliza essa categoria da linguagem.

2- *Mistas*: quando utilizam dois ou mais suportes materiais articulados de forma interdependentes;

2.1 - *Audiovisual interdependente*: Quando o total da informação veiculada depende do somatório de estímulos auditivos e visuais.

2.2 - *Tátil-auditiva interdependente*: Quando o total da informação veiculada depende do somatório de estímulos auditivos e táteis.

Convém perceber a categoria mista da estrutura empírica da linguagem como um ato comunicativo realizado por meio do somatório de informações entre o “captado” por dois ou mais recursos sensoriais, sendo muito comum o uso da dêixis. Nesse caso, o aluno deficiente visual receberia informações incompletas em duas vias. Seriam elas:

- 1- pela informação recém-veiculada, não percebida no decorrer do ato comunicativo;
- 2- pela informação implícita ao ato comunicativo, não percebida pela ausência de conhecimentos vinculados ao perceptor ausente.

A estrutura empírica da linguagem audiovisual interdependente é a mais comum em sala de aula regular, composta por escritos no quadro, gestos do professor, apontamento de objetos e a fala.

5.1.2 Estrutura semântico-sensorial da linguagem

Camargo (2012, p.47) apresenta a estrutura semântico-sensorial da linguagem como relacionada aos efeitos produzidos pelas percepções sensoriais nos significados e conceitos físicos. Essa categoria faz referência à identificação de significados pela linguagem e nos possibilita prever reações dentro dos temas a serem trabalhados em sala de aula, através da estrutura empírica da linguagem. Os significados são entendidos da seguinte maneira:

- 1- *Indissociáveis*: são aqueles dependentes de um perceptor sensorial específico, e se subdividem em:
 - 1.1 – de representações visuais
 - 1.2 - de representações não visuais
- 2- *Vinculados*: são aqueles cuja representação pode ser feita com mais de um perceptor sensorial. Podem ser vinculados:
 - 2.1 – às representações visuais;
 - 2.2 - às representações não visuais.
- 3 – Sem relação sensorial;
- 4- De relação sensorial secundária.

O vínculo de um significado com a visão pode ser substituído por outro estímulo correspondente, na medida do possível. A vinculação de um significado interfere diretamente na sua representação interna, podendo ser

representado visualmente (como um registro de paisagem) ou de forma não visual (como uma maquete tátil representando a mesma paisagem).

Camargo (idem, p.49) define significados sem relação sensorial como aqueles que “não possuem vínculo ou associação com nenhuma percepção sensorial”. Esse tipo de significado usualmente é aplicado a representações de fenômenos e não aos fenômenos em si. A representação de um fenômeno encontra-se na noosfera, e uma de suas características é a capacidade plástica e o grande número de possibilidades. A representação de um fenômeno na noosfera pode ganhar status de fenômeno após consagração de uso, como no caso da gravidade, um modelo existente na noosfera e que usamos para prever fenômenos reais.

Grandezas físicas sem relação sensorial já haviam sido abordadas em Camargo (2008), assim como grandezas com relação sensorial secundária, em alguns momentos identificadas simplesmente como “não visuais” em muitos pontos anteriores na pesquisa. As categorias de Camargo aqui utilizadas foram publicadas em 2012, entretanto, em 2008, as classificações então utilizadas já apontavam nesse caminho.

5.1.3 Constituintes da mensagem informada pelo interlocutor

As categorias da linguagem de Camargo poderiam ser perfeitamente estendidas a outros casos envolvendo preceptores sensoriais. A forma e as definições apresentadas são fruto de pesquisa específica envolvendo a deficiência visual.

Finalizando as categorias da linguagem de Camargo, indicamos a definição do autor para a mensagem final transmitida:

Linguagem = Estrutura empírica da linguagem + estrutura semântico sensorial

5.1.4 Transposição da estrutura empírica audiovisual interdependente da linguagem para tátil-visual interdependente em sala de aula: o caso mais comum para a sala de aula

A estrutura empírica da linguagem predominante nas salas de aula regulares da Instituição observada é claramente a *audiovisual interdependente*. Isso significa que a veiculação da informação se materializa pela via auditiva, com o professor falando, e visual, por gestos, desenhos etc. Por serem vias interdependentes, conforme vimos no item anterior, a informação pretendida se dá pelo somatório das informações auditivas e visuais.

Em turmas regulares com alunos cegos ou com outra deficiência visual, com a intenção de facilitar a produção de material em série e facilitar a troca de materiais entre escolas, a estrutura empírica da linguagem audiovisual interdependente pode ser complementada com a estrutura empírica tátil-auditiva interdependente.

Utilizando o supracitado conceito de estrutura empírica, pode-se afirmar que essa complementação geraria uma estrutura fundamental tátil-visual independente.

A complementação pode ser representada conforme o esquema 5.1.

Esquema 5.1: modos de complementação da informação em atos comunicativos.

Para melhor entender os desafios da diversificação sensorial em sala de aula regular, cuja abordagem está sendo realizada desde o início da apresentação desta pesquisa, apresentaremos, na sequência, o conceito de *multissensorialidade* de Soller (1999).

5.2 Diversificação sensorial: características dos perceptores sensoriais

Em nosso cotidiano, certas atividades podem ser percebidas por diferentes sensores. Uma mesma atividade, como o ato de “passar um café”, pode ser percebida pela audição, pelo som da água passando na cafeteira; pelo olfato, pelo cheiro do café; e pela visão, ao direcionar os olhos para a cafeteira ligada com vapor saindo pela parte superior. Obviamente, a ordem de percepção não será necessariamente esta.

Dependendo do fenômeno, a utilização de um único perceptor sensorial pode nos levar a conclusões equivocadas ou incompletas. No exemplo da cafeteira, a percepção do equipamento ligado, com vapor de água saindo pela parte superior, não garante o preparo do café.

De acordo com Santos (2001, p. 124),

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 quantos os cegos. Nesse sentido, rompe-se com o visual, com as aparências. E na concepção de Bachelard, o visual seria, portanto, um obstáculo epistemológico.

Utilizando-nos das categorias da linguagem de Camargo (2012), mais especificamente a *semântico-sensorial*, percebemos que algumas grandezas físicas são fundamentalmente atreladas a um determinado sentido. A sensação

térmica, por exemplo, possui significado indissociável de representação tátil, embora seja corriqueiramente utilizada em sala de aula regular, sem experimentações táteis. Logo, um desenho no quadro com comentários não proporcionará ao aluno o que é uma sensação térmica.

Em consonância com os demais autores, Soller (1999, p.21) diz que “o método multissensorial possibilita uma aprendizagem significativa a partir de maior quantidade de informações acerca de um mesmo fenômeno”. Por isso, ao se deparar com um aluno cego, o professor deve analisar os acréscimos antes de qualquer proposta de corte. Soller (*idem*, p.54) acrescenta exemplos de aulas sobre percepção de minerais e vegetais através das sensações táteis e olfativas (olfativas no caso dos vegetais).

Em uma análise de dados multissensoriais, Soller (*idem*, p. 33) nos indica “relações mediante operação de comparações mentais” como fruto da experimentação sensorial. Para facilitar a compreensão acerca das comparações realizadas pelos sentidos humanos, o autor dividiu os perceptores em duas categorias:

1- *De síntese*: “São sentidos sintéticos aqueles que, prioritariamente têm uma percepção global dos fenômenos, ou seja, correspondente aos processos de síntese. São sentidos sintéticos a visão, a audição o paladar e o olfato.” (*idem*, p. 35)

2- *De análise*: “Os sentidos analíticos, são capazes de perceber um fenômeno mediante a soma de percepção concretas, em cada uma das quais o sentido capta uma parcela do observado. Corresponde ao sentido de análise, portanto, o tato.” (*idem*, *ibidem*)

Para esta pesquisa, utilizaremos a definição para classificação dos sentidos como sendo de *síntese* ou *análise*, embora discordemos da classificação fixa dada aos sentidos. Um sentido cuja função predominante seja a de síntese, como a visão, pode ser usado para análise (análise do ponto após “varredura visual”), assim como o sentido indicado para análise, o tato, pode ser usado para síntese, como detectamos no decorrer da pesquisa, para imagens impressas em relevo.

Em termos operacionais da *multissensorialidade*, o próprio autor deixa margem para nossa posição ao concluir: “nosso cérebro pode operar do concreto ao geral e do geral ao particular, ou seja, é capaz de sintetizar a partir da análise e analisar a partir da síntese” (p. 36).

A transposição da estrutura empírica audiovisual interdependente da linguagem para tátil-visual interdependente, em sala de aula, objeto do item 5.1.4, ganha nesse momento uma nova ferramenta: a adaptação discricionária das informações auditivas para sala de aula regular. Embora relativamente trabalhosa, não altera o sentido sensorial de percepção da informação, que continua sendo a audição. A troca dos estímulos visuais por estímulos táteis implica substituir, de acordo com as classificações de Soller para os sentidos, um sentido *sintético* por outro *analítico*.

Para o uso eficaz da linguagem (estrutura empírica da linguagem + estrutura semântico-sensoriais) para todos os alunos de uma classe regular com aluno deficiente visual presente, devem-se considerar características dos órgãos sensoriais e as possibilidades de complementação por meio de outros sentidos, além da visão e da audição.

5.3 A ausência de um dos perceptores sensoriais

Em Vigotski (1983, p.4) encontramos a defesa de que “jamais obteremos pelo método da subtração a psicologia da criança cega se na dos videntes subtraindo a percepção visual nos resta tudo vinculado a ela.” Considerando-se as concepções usuais acerca da ausência de um dos sentidos, poder-se-ia dizer que a pessoa se percebe deficiente em função das atividades que é incapaz de exercer, quando comparada às demais pessoas com as quais convive.

Engana-se o vidente com a crença de que, ao vender os olhos, estaria “equiparado” a um cego. O vidente possui uma série de construções mentais visuais que lhe proporcionam otimização dos atos comunicativos em um mundo de pessoas que enxergam e a possibilidade de usar a palavra como ferramenta no decorrer das diversas interações nesse mundo. Essa possibilidade vem pelo compartilhamento de informação “pré-ato comunicativo”, um dos pressupostos necessários ao ato comunicativo na visão de Charaudeau (2008), pressupostos que permitirão uma relação dialógica. No máximo, uma pessoa vendada poderia se comparar a outra em processo de perda visual recente, considerando-se as lembranças visuais.

Vigotski (2005) expõe a diferença entre as relações dialógicas de pessoas em diferentes faixas etárias. Um ato comunicativo efetivo nem sempre será possível por diferenças conceituais sobre o tema. Ao envolver pessoas com diferentes experiências e diferentes níveis cognitivos, deve-se ainda considerar a possibilidade de “monólogo coletivo”.

Analogamente, quando a formação de conceitos sobre um fenômeno envolve significados vinculados ao sentido ausente, a representação inadequada pode ainda gerar casos indesejados de polissemia, considerando Azeredo (2008).

O senso comum pode nos levar a pensar que a ausência de um dos sentidos sensoriais gera um processo quase imediato de supercompensação dos sentidos restantes. Por essa perspectiva, considerada equivocada nesta pesquisa, uma pessoa privada da visão repentinamente passaria a ouvir melhor, ter um tato mais sensível e apurado, maior sensibilidade a odores etc. Analogamente, uma pessoa cega de nascença cresceria já com todos os sentidos já compensando a ausência da visão, bem como uma pessoa em processo de perda visual iria se adaptando à nova realidade, aguçando seus sentidos gradativamente. Tal ingenuidade pode ser conveniente se a intenção de um professor é manter-se inerte mediante a presença de alunos com alguma deficiência sensorial, perpetuando-se a prática da integração escolar.

A ausência de um perceptor não impede que um aluno atinja funções psicológicas superiores, fruto dos atos comunicativos e mediações por

instrumentos, através de interações sociais, considerando toda a evolução da sociedade e os processos de interação. Segundo Vigotski (2000, p.4), “daí está claro, por que necessariamente tudo o que é interno nas funções superiores ter sido externo: isto é, ter sido para os outros, aquilo que agora é para si.”

Nas palavras de Pino (2005, p. 53):

Para Vigotski e a vertente histórico-cultural, nem as funções elementares podem, por si mesmas, dar origem ou acesso às funções superiores, nem estas são simples manifestações daquela. As funções elementares se propagam através de herança genética; já as superiores propagam-se através das práticas sociais.

Isto posto, conclui-se que não só a caracterização da pessoa como deficiente, assim como o desenvolvimento cultural do estudante, “depende do domínio da palavra como instrumento psicológico fundamental” (VIGOTSKI, 1983, p.51) e esta, por sua vez, utilizando as categorias de análise de Camargo (2012), não é *fundamental visual*. Isso significa que a ausência do perceptor sensorial não é condição para o desenvolvimento cultural do deficiente visual.

5.4 O que é compensado ao se perder um sensor?

O fenômeno de compensação em organismos não é “raro ou excepcional”. Um organismo, na condição de sistema complexo, reage naturalmente ao meio em processo adaptativo via epigênese. Por exemplo, ao se andar descalço, a sola do pé engrossará. No entanto, neste item, a compensação discutida não será de ordem biológica. Buscar-se-á entender o que acontece com o desenvolvimento de uma pessoa em fase de formação, ao interagir com a sociedade na ausência do sentido da visão.

De acordo com K. Burkein (apud Vigotski, 1983, p. 22),

A perda do ouvido ou da visão não afeta funções imprescindíveis para a vida. A prática científica desmascarou há muito tempo a inconsistência dessa teoria (de substituição imediata do sentido). Uma investigação fática demonstrou que a criança cega não experimenta elevação imediata do tato e da audição em substituição à visão.

Se os órgãos responsáveis pela captação de informação não se desenvolvem de modo a compensar a perda de outro, qual a razão da atribuição de “capacidades especiais” aos cegos?

Para Vigotski (1983, p.5), “analogamente ao processo de supercompensação de organismos ao reagir a doenças, a psique reage à deficiência gerando novas funções de compensação”. A personalidade de uma pessoa se orienta pelas exigências do meio social. Conforme Adler (*apud* Vigotski, 1983, p.5), “não podemos sentir, pensar, querer, agir sem que haja antes de nós algum fim”. A necessidade, no caso em questão, é a de realizar as mesmas atividades que todas as outras pessoas. A posição defendida por de Adler é reforçada por Duarte (2002, p.285), embora ambos possam estar se referindo à palavra “atividade” com significados distintos.

O resultado imediato da atividade animal acarreta a satisfação da necessidade que levou à atividade, desde que esta seja bem sucedida. Ao longo da evolução humana, mais precisamente ao longo do processo de passagem da evolução biológica à história social e cultural, a estrutura da atividade coletiva humana foi assumindo cada vez mais a forma mediatizada, ou seja, a indiferenciada atividade coletiva dos primitivos seres humanos foi se transformando, surgindo assim uma estrutura complexa, na qual a atividade coletiva passou a ser composta de ações individuais diferenciadas em termos de uma divisão técnica do trabalho, ou seja, uma divisão de tarefas a qual só veio a se confundir com a divisão social do trabalho num momento histórico posterior, com o surgimento da sociedade de classes e da propriedade privada.

Ainda Vigotski (1983, p.21) nos aponta, de forma bem objetiva, que o processo de compensação não é do sentido em si: “a compensação não é direcionada a compensar o defeito, o que na maior parte das vezes é

impossível, é compensar as dificuldades causadas pela deficiência.”. Assim, a pessoa não percebe que é deficiente pela ausência do sentido, mas pelas suas impossibilidades quando comparadas às atividades realizadas pelas pessoas de seu convívio. Uma vez mais nas palavras de Vigotski (2000, p.24): “através dos outros constituímos-nos”.

Em ambiente escolar, a pessoa cega percebe-se deficiente ao sentir dificuldade para se deslocar, assistir às aulas com o professor fornecendo informações inacessíveis, ao frequentar laboratórios com instrumentos que necessitam da visão, entre outros. Nesse caminho, é pertinente questionar se a pessoa é deficiente ou se os recursos existentes são deficientes. Para Vigotski (1983):

A criança com deficiência não é necessariamente uma criança com deficiência. O grau do seu defeito e sua normalidade depende da compensação social. Por si só, a cegueira e outras deficiências não convertem seu portador em deficiente. (p.23)

Portanto, usando a concepção de Duarte (2002) para atividade, o processo de compensação é uma necessidade geradora de correspondente atividade cujo objetivo é superar as limitações atreladas a recursos visuais, e não reparar a deficiência visual em si. O sentido perdido ou inexistente não será substituído, e sim as funções antes exercidas por ele em caso de perda e nivelamento em caso de inexistência. Em alguns momentos, por questões de coloquialidade despercebida, é possível que utilizemos apenas o termo “compensação” para “processo de compensação pela ausência de recursos visuais”.

O processo de compensação da função, no âmbito escolar, fazendo analogia com a proposta de Camargo (2012, p. 16), é de responsabilidade bilateral: da escola e do aluno, guardadas as devidas proporções. A inovação de Camargo está em atribuir responsabilidade ao aluno no processo de inclusão escolar, agora em papel ativo no processo de inclusão, desonerando a escola de toda responsabilidade, em uma relação mais “salutar” para ambos,

aluno e instituição. A escola deve proporcionar as condições iniciais e o aluno, de forma proativa, deve responder às iniciativas da escola, participando das mudanças em um anel dialógico recursivo representado pelo diagrama 5.1 com os passos iniciais dados pela escola, maior responsável pelo processo.

Diagrama 5.1: Anel dialógico recorrente entre escola e alunos no processo de inclusão

5.5 Surgem novas habilidades: novas perguntas, diferentes respostas

Planejar a superação da deficiência, total ou parcialmente, pode nos levar por caminhos não pensados anteriormente. Como nos aponta Vigotski (1983):

A compensação das funções não só alcança ocasiões de grande envergadura e criam verdadeiros talentos a partir do defeito, sendo que também, inevitavelmente, como lei, surgem possibilidades e princípios nas aspirações e tendências onde há deficiência. (p.24)

As lendas a respeito de pessoas cegas com poderes místicos de adivinhação (Camargo, 2008; DIDEROT, 2008:1749) podem ter sido alimentadas por ocorrências em que a pessoa cega tenha percebido detalhes do mundo não percebidos por pessoas videntes, de um modo geral. Isso não

significa que pessoas videntes não possam ter a mesma percepção, mas o atendimento das necessidades cotidianas atendidas pela visão não estimula a busca de novos recursos.

Seguindo o raciocínio de Vigotski (1983, p.40):

A cultura da humanidade se criou em condições de certa estabilidade para o tipo biológico humano. Por isso, suas ferramentas e materiais de adaptação, seus aparatos e instituições sociopsicológicas estão calculados para uma estrutura psicofisiológica normal. A utilização destes instrumentos e aparatos pressupõe, como premissa obrigatória, a existência do intelecto, os órgãos e as funções próprias do homem.

Nesse sentido, o processo de compensação, estimulado pelas agruras da deficiência, se torna origem de novas formas de percepção e ideias não só para a pessoa em processo de compensação, mas de quem participa ativamente nesse processo de inclusão.

Adaptando a concepção de paradigma de Kuhn (1977) para nosso objeto de estudo, podemos afirmar que é possível a modificação dos paradigmas vigentes ao inserir alunos com diferentes necessidades educacionais em escolas regulares. As novas necessidades presentes serão a força motora desse processo.

5.6 As interações sociais no processo de compensação

Seguindo a lógica do item 5.2, não será aqui discutida a substituição da visão em si pelos demais sentidos sensoriais. Nosso foco recairá sobre os caminhos percorridos no processo de substituição das funções da visão, já adiantando que não é imediata ou, menos ainda, inata.

Pensando no pragmatismo cotidiano, a ausência de um dos perceptores não gera necessidades diferentes daquelas anteriores à perda. A ausência leva à busca, no processo de inclusão, de como conseguir fazer as mesmas coisas que as outras pessoas independentemente de quais sejam os recursos. O pensar contínuo de possibilidades é o motivo dos novos caminhos, esses potencialmente úteis aos demais membros da sociedade.

A substituição de uma função é um processo complexo cujas variáveis giram ao redor da relação retroalimentada entre indivíduo e sociedade, indivíduo e ferramenta e ferramenta e sociedade. Esta análise, oriunda de Engeström (2001, p. 134), está esquematizada no diagrama 5.2:

Diagrama 5.2:relação retroalimentada entre sujeito, objeto e sociedade.

A relação com o objeto como mediador entre pessoa e conhecimento não é uma relação simples. Embora não aparente e não necessariamente óbvia, a relação a ser estabelecida com o objeto depende da relação que os membros da sociedade adotam com o objeto desde sua criação (ENGESTRÖM, 2001; VIGOTSKI, 2000; PINO, 2005). A relação da sociedade com o objeto, influenciando na interação entre pessoa e objeto, atende a demandas sobre o entendimento do mundo que nos cerca. Considerando o desenvolvimento da linguagem e do pensamento proposto por Vigotski (2010), iniciado em padrões de reprodução até a significação, pelas atividades internas e externas, os valores agregados e modo de uso pelos demais membros mais experimentados da sociedade influenciarão na formação do indivíduo. Nas

palavras de Libâneo (2004, p. 6), ao desenvolver a Teoria Sócio-histórica da Atividade,

O suporte teórico de partida é o princípio vigotskiano de que a aprendizagem é uma articulação de processos externos e internos, visando a internalização de signos culturais pelo indivíduo, o que gera uma qualidade autorreguladora às ações e ao comportamento dos indivíduos. Esta formulação realça a atividade sócio-histórica e coletiva dos indivíduos na formação das funções mentais superiores, portanto o caráter de mediação cultural do processo do conhecimento e, ao mesmo tempo, a atividade individual de aprendizagem pela qual o indivíduo se apropria da experiência sociocultural como ser ativo.

Essas ideias são corroboradas por apresentamos Zanella (2004, p.128):

Aspectos fisiológicos e psíquicos de toda e qualquer atividade psicológica humana, a partir do referencial vigotskiano, são entendidos não como esferas dicotômicas que interagem, mas como instâncias de um mesmo e único processo histórico que os constitui e inexoravelmente os relaciona.

A abordagem até o momento, envolvendo a relação pessoa-sociedade, também pode considerar Engeström (apud Duarte, 2002, p.289) sobre o conceito de atividade.

A teoria da atividade é uma abordagem multidisciplinar nas ciências humanas e tem como origem a psicologia histórico-cultural iniciada por Vigotski, Leontiev e Luria. Ela toma como sua unidade de análise o sistema da atividade coletiva orientada para o objeto e mediada por artefatos, fazendo a ponte entre o sujeito individual e a estrutura social.

Os aspectos fisiológicos não serão desprezados no entendimento da percepção sensorial na relação com a sociedade. Os recursos sensoriais disponíveis determinarão, fundamentalmente, as estruturas semântico-sensoriais necessárias e novas possibilidades entre os significados semântico-sensoriais. Todavia, não há como desprezar a influência social no uso dos

perceptores sensoriais como ferramenta de mediação com o meio externo. Os sentidos serão utilizados, via de regra, conforme a pessoa aprendeu a utilizá-los no decorrer da vida, através do contato social. No caso do sentido do tato, por exemplo, Montagu (1988) menciona como somos tolhidos, desde a infância, ao sermos impedidos de pegar objetos.

5.7 - A Percepção Sensorial NÃO é Inata

Os sentidos sensoriais não admitem análise ontológica. A percepção se desenvolve a partir da interação entre a potencialidade do sentido (no caso da visão, deve-se considerar: miopia, astigmatismo, hipermetropia, opacidade de algum componente da estrutura óptica, problemas na retina e até os casos de integridade total do órgão da visão) e objeto na relação com a comunidade à qual pertencem (LEONTIEV *apud* CAMBUHY & MATTOS, 2015). Leontiev (1981, p. 37) denomina “processos de atividade” a relação ativa entre objeto e realidade, considerando *objeto* algo para o qual atos do indivíduo são voltados.

A visão, assim como os demais sentidos sensoriais, fornece sensações desenvolvidas por meio da aprendizagem nas diversas interações entre olhos, ambiente e cômputo de informações, cuja base de dados foi fornecida no decorrer da vivência em sociedade. Marx (*apud* CAMILO & MATTOS, 2014, p.216) nos esclarece que

O sentido musical do homem só é despertado pela música. A mais bela música nada significa para o ouvido completamente amusical, não constitui nenhum objeto, porque o meu objeto só pode ser a confirmação de uma das minhas faculdades. Portanto, só pode existir para mim na medida em que a minha faculdade existe para ele como capacidade subjetiva, porque para mim o significado de um objeto só vai até onde chega o meu sentido (só tem significado para um sentido que lhe corresponde). Por consequência, os sentidos do homem social são diferentes dos do homem associal. Só através da riqueza objetivamente desenvolvida do ser humano é que em parte se cultiva e em parte se cria a riqueza da sensibilidade subjetiva

humana (o ouvido musical, o olho para a beleza das formas, em suma, os sentidos capazes de satisfação humana e que se confirmam como faculdades humanas). De fato, não são apenas os cinco sentidos, mas também os chamados sentidos espirituais, os sentidos práticos (vontade, amor, etc.), numa palavra, a sensibilidade humana e o caráter humano dos sentidos, que vêm à existência mediante a existência do seu objeto, através da natureza humanizada. A formação dos cinco sentidos é a obra de toda a história mundial anterior.

Em nossa pesquisa, voltada para a diversificação sensorial em sala de aula regular, em uma escola regular que recebe alunos com deficiência visual, apresentamos propostas, a título de exemplificação, para percepções além da visão, com breve análise através dos referenciais teóricos apresentados. Neste item, consideraremos:

1. Como a visão é utilizada para perceber fenômenos;
2. Como pensamentos são construídos com estruturas visuais;
3. Concepções visuais do ato comunicativo;
4. Os itens anteriores como resultado da interação entre pessoa e meio social

Para tanto, apresentaremos atividades experimentais desenvolvidas no decorrer da pesquisa. As descrições a seguir não foram inseridas na análise de dados pela disparidade com a proposta de atividades para classes regulares nas aulas de Física e por não terem sido desenvolvidas pela metodologia de pesquisa escolhida. Não se descarta a possibilidade de adaptações para sala de aula, essa foi apenas uma opção de corte para análise de dados em atividades específicas.

5.7.1 – Tem um furo na minha mão

A imagem formada em nosso cérebro, após receber os estímulos elétricos vindos da retina pela sensibilização pela presença de luz, é dada pela composição entre as informações enviadas por ambos os globos oculares. Se cada globo ocular enviar uma mensagem, nosso registro será a superposição da “mensagem” de cada globo.

Em atividade com crianças de sexto e sétimo anos, na faixa dos 10 anos de idade, cuja presença é constante no Núcleo de apoio à pessoa com deficiência da escola pesquisada e cujo poder de observação visual é superior ao considerado normal, foi dado a cada uma um tubo de papel para composição de imagens. O objetivo era observar através do tubo com um dos olhos, mantendo ambos abertos e a mão oposta ao lado do olho com o tubo, conforme foto 5.7.1 abaixo.

Foto 5.7.1: Atividade com alunos no NAPNE do Colégio

A primeira reação foi de espanto: um furo na mão é observado nessa atividade, embora seja óbvio que a mão não está furada. Dois dos meninos chegaram a olhar sem o tubo para “conferir” se a mão não estava mesmo furada. Os meninos riram, brincaram entre si exclamando sobre o “furo na mão”, propuseram ver furos em outros objetos etc. Nessa atividade, ressalta-se o equívoco ocasionado pelo processo de formação de imagens

que, ao ser extrapolado, serve de exemplo de como nossos olhos podem nos enganar ao realizar um experimento.

Esse experimento envolve uma estrutura empírica da linguagem fundamental visual, entretanto o mesmo conceito de superposição de informação poderia ser explorado usando apenas um dos sentidos.

5.7.2 – As cores da Lua em um eclipse lunar

Para o mesmo grupo de alunos do item 5.7.1, foi apresentado uma gravação do eclipse lunar do dia 21/12/2010 no Chile. Abaixo temos as fotos em sequencia, identificadas como Foto 5.7.2 de três momentos distintos, são eles:

- 1- Lua antes do início do eclipse.
- 2- Lua parcialmente eclipsada.
- 3- Lua totalmente eclipsada.

Foto 5.7.2 - 1: Eclipse no Chile em 21/12/2010

Registramos que todos viram exatamente a mesma imagem da Lua eclipsada, em duas cores, nas fotos 2 e 3: branco e vermelho.

Na sequência, mostramos:

1- Um simulador de eclipses do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, de autoria de Pablo R. Darde. Um dos momentos está registrado na figura 5.7.2-2.

Figura 5.7.2-2: Simulação de um eclipse através de programa do Instituto de Física da UFRGS

O simulador em questão mostra a decomposição da luz na atmosfera terrestre.

2- Uma imagem de luz decomposta em uma parede branca, após atravessar uma janela de vidro.

Ao comparar a atmosfera terrestre com o vidro da sala decompondo luz solar, os alunos começaram a encontrar outras cores e acharam até engraçado o fato de não terem *percebido* antes. A palavra “percebido” está destacada porque as cores foram vistas, mas não foram percebidas, porque os alunos

precisavam aprender a ver a imagem para procurar detalhes não perceptíveis, de relance, ao que seria corriqueiramente chamado de “olhos não treinados”.

O exemplo experimental em questão, com alunos de alta acuidade visual e alta capacidade de detecção de detalhes, demonstra como a percepção sensorial é construída. Por esse princípio, a caracterização da deficiência responsável pela exclusão escolar se dá quando um grupo de alunos é privado de participar, pela exclusividade de informações além do alcance dos sentidos disponíveis pelo aluno (VYGOTSKY *apud* CAMBUHY & MATTOS, 2015, p.5).

Pedrosa (2002, p.74) chega a apresentar diferenças de percepção visual após sucessivos testes, entretanto, os testes não avaliam o aprendizado do uso da visão. Para o autor,

A visão difere sensivelmente de um indivíduo para outro, quando você toma por base um grande número de testes. Além das diferenças naturais, a percepção varia em um mesmo indivíduo em função de seu estado fisiológico.

No próprio exemplo em questão, as respostas mudaram porque a percepção do fenômeno apresentado mudou após a comparação com outros fenômenos afins. Esse aprendizado do uso do sentido, que interfere na relação com os objetos de interação com o mundo, é algo bem difícil de ser quantificado e depende das experiências prévias de cada indivíduo em seu meio social.

5.7.3 – Está caindo água do céu e ninguém percebe

A preferência pelo uso de um ou outro perceptor sensorial varia conforme a situação e, em certos casos, não há sequer intencionalidade na escolha. A chuva, por exemplo, é percebida por um somatório de informações:

- 1- Pela visão: os olhos fornecem a imagem da água caindo;

- 2- Pelo tato: a pele fornece a sensação de variação da umidade do ar;
- 3- Pelo olfato: através de um odor denominado como “cheiro de terra molhada”;
- 4- Pela audição: pelo som das gotas de água colidindo com objetos do entorno como ou até mesmo com o chão.

Não necessariamente todos os quatro receptores sensoriais serão necessários para se perceber que está chovendo. Em tese, bastaria apenas um receptor. É até comum perceber com um dos sentidos e usar outro para conferir a informação, como ouvir o som das gotas colidindo com o chão, árvore ou telhado e olhar para alguma área aberta, procurando a chuva. Mas, por hipótese: e se a informação “está chovendo” fosse captada apenas pela visão, a chuva seria percebida?

A foto 5.7.3, de uma paisagem visível de um ponto próximo à Floresta da Tijuca- RJ, foi mostrada em algumas salas de aula regulares, no período entre 2013 e 2016, totalizando dezenas de alunos. Em seguida, era realizada a seguinte pergunta: “o que é possível ver nessa paisagem”?

Figura 5.7.3: chuva despercebida

Os alunos identificaram casas, árvores, fiação da Light, a Lagoa de Jacarepaguá, prédios ao fundo vistos “bem pequenos” em função da distância variando entre 10 km (fundo da foto à esquerda) e 20 km (fundo da foto à direita), aproximadamente, considerando o marco zero no local de registro da imagem. Nenhum dos alunos conseguiu perceber a presença de chuva a certa distância. O mais próximo disso foram pouquíssimos vendo uma espécie de “neblina ao fundo”, “um esbranquiçado”, “uma fumaça branca” etc.

Seria possível pensar: a foto da paisagem não fornece a mesma informação visual se comparada com a imagem captada diretamente pelos olhos (ao invés de ser intermediada por uma fotografia). Mesmo estando na localidade em questão, a percepção puramente visual da chuva passa por processo de aprendizagem através dos demais estímulos sendo acessíveis certo intervalo de tempo após o instante da foto. O tempo de chegada será determinado pela velocidade do vento.

Auditivamente, por vezes a chuva também não é detectada quando vem do sentido oposto: a pessoa escuta o som das gotas colidindo com as folhas das árvores, exclama “parece até que está chovendo” enquanto a chuva está muitíssimo próxima, porém ainda não visível.

Moradores mais antigos do local, cuja construção sobre o fenômeno considera suas peculiaridades, principalmente pela altitude, identificam a chegada da chuva usando apenas um perceptor sensorial. Nesse caso, a percepção foi construída ao longo do tempo e das diversas necessidades já vivenciadas (como correr para guardar sacos de cimento vendo que a chuva está chegando, tirar a roupa do varal etc).

Nesse caso, o fenômeno possui significado vinculado a quatro perceptores sensoriais e é acessível, para pessoas menos experientes, por diversas estruturas empíricas possíveis como as auditivo-olfativas interdependentes. Camargo (2012) não apresenta tal categoria, conforme já dito anteriormente, pelo corte escolhido em sua pesquisa. Todavia, nos deixa a opção de ampliação das categorias apresentadas usando a mesma lógica.

5.7.4 – Colocando a mão no saco

Uma professora de artes do colégio observado, pensando no processo de inclusão dos alunos deficientes visuais recém-chegados em uma turma de primeira série do ensino médio, pediu, na condição de trabalho escolar, atividades que incluíssem todos os alunos. A atividade da professora, em um contexto em que alguns alunos ainda ficam em dúvida sobre como proceder no tratamento de seus novos colegas cegos, visava a criar empatia e socialização ao colocar seus alunos videntes em situações em que não pudessem utilizar a visão.

Na referida atividade escolar, diferentes objetos foram colocados em sete potes. Cada pote foi envolvido com um pano preto, com a intenção de não permitir contato visual com o interior desses sistemas compostos por pote + objeto + pano preto.

Cada aluno voluntário colocou a mão em um pote por vez e as opiniões sobre o conteúdo do pote foram classificadas em “certo ou errado”. O aluno poderia utilizar o tempo que julgasse necessário ao reconhecimento, e não foi permitido retirar a mão sob qualquer alegação, como sentir cheiro etc., mantendo a estrutura empírica da linguagem como tátil independente (novamente uma extrapolação consequente das categorias da linguagem de Camargo), como imposição aos voluntários.

Figura 5.7.4-1: Alunos videntes participando da atividade no Colégio

Figura 5.7.4-2: Alunos cegos participando de atividade no Colégio

De um total de 31 alunos participantes, sendo 26 videntes e 5 cegos, os resultados foram inseridos em uma planilha eletrônica para comparação percentual dos índices de acertos e erros para cada sistema tocado pelos

alunos. As linhas referem-se aos voluntários da atividade, e as colunas, aos objetos dentro dos potes envolvidos por saco preto.

Tabela 2: Acertos e erros da identificação de objetos com o tato

		brita 2	roupa felpuda	lã de vidro	Geleca	Arroz	terra preta	Água
Videntes (26)	acertos	26	10	0	26	21	22	26
	Erros	0	16	26	0	5	4	0
Cegos (5)	acertos	5	3	2	3	5	5	5
	Erros	0	2	3	2	0	0	0
Videntes (26)	acertos (%)	100	38,4615	0	100	80,7692	84,6154	100
	Erros (%)	0	61,5385	100	0	19,2308	15,3846	0
Cegos (5)	acertos	100	60	40	60	100	100	100
	Erros	0	40	60	40	0	0	0

Conforme se observa na tabela, os alunos deficientes visuais obtiveram maior índice de acertos em relação aos alunos videntes na maioria dos casos, com exceção da “geleca”, uma espécie de gelatina mais consistente que não se desfaz. Esperava-se a superioridade dos alunos cegos em todos os casos apresentados, pela forma de percepção de mundo desenvolvida com o passar dos anos.

Procurando um motivo para a menor porcentagem de acerto no caso do pote com “geleca”, os alunos deficientes visuais alegaram excesso de informação tátil cuja percepção seria similar à da “geleca” do teste. Os alunos videntes acertaram com facilidade pelo motivo oposto: “geleca” pertence ao pequeno universo de registro tátil deles por ser um brinquedo bem popular, cujo objetivo é justamente manusear (considera-se como referência temporal o período da infância dos voluntários).

Cabe uma observação sobre a porcentagem de acerto sobre a lâ de vidro, em 0%. Esse material fica exposto em lojas de produtos para animais de estimação, vendido para limpeza contínua de água de aquário. A lâ de vidro é comum o suficiente para ser comercializada sem restrições e visível no interior de aquários, quando colocada em plástico transparente. Ou seja: os 26 alunos reconheceram visualmente a lâ de vidro, mas nunca tinham colocado a mão em uma. Da mesma forma que o saco preto restringiu os estímulos possíveis ao tato, a imersão da lâ de vidro em um meio com peixes restringe o estímulo à visão, salvo o caso de quem já tenha comprado ou higienizado um aquário. A quase exclusividade visual ainda deixa uma dúvida: como dois alunos cegos reconheceram a lâ de vidro? Na adaptação de maquetes táteis construídas por alunos videntes em outro trabalho, na mesma época, parte da lâ de vidro teve outro destino, e os dois alunos em questão tiveram essa informação tátil na mesma semana. Fosse o experimento feito na semana seguinte, provavelmente todos os alunos cegos teriam acertado e também grande parte dos videntes.

O intervalo de tempo necessário ao reconhecimento, embora não quantificado por instrumento de precisão, foi ligeiramente maior para alunos videntes. No capítulo de análise de dados, mostraremos que, pela mesma necessidade de tempo para identificação de nova informação, os alunos cegos demoraram mais para perceber informações contidas em gráficos impressos em relevo cuja forma de leitura não era conhecida previamente. Comparando as situações, percebemos que o problema não é o entendimento das informações no processo de ensino, mas como o aluno é capaz de perceber essas informações através de seus recursos sensoriais disponíveis. A comparação entre os casos ainda nos leva a outra pergunta: quem é o

deficiente? A necessidade cria a demanda da atividade, e somente a atividade e os recursos disponíveis determinarão a resposta.

5.7.5 - Caso de defesa pessoal: agilidade pela versatilidade de percepção sensorial

A foto 5.7.5 registra o momento de contato entre dois lutadores. Um desferindo um soco, avançando com todo o corpo, e o outro se defendendo e contra-atacando, com a intenção de colocar seu adversário de joelhos no chão.

Figura 5.7.5: registro de momento de defesa pessoal

Inicialmente, a defesa é iniciada respondendo a um contato visual. A eficiência do contra-ataque depende de uma rotação corporal, incluindo a cabeça protegida pelo braço erguido, em aproximadamente 90⁰, tendo como eixo de rotação uma reta vertical que passa pelo lobo frontal. Nos membros inferiores, aquele que está se defendendo ainda encaixa seu joelho na lateral do joelho de seu agressor. A partir desse momento, quem se defende perde o contato visual, mantendo, por curto intervalo de tempo, contato físico com um

braço e parte da perna de quem ataca. O contato visual só é reestabelecido com o agressor indo ao chão. Pensando nos significados semânticos sensoriais de Camargo (2012), o efeito da “força do ataque”, determinada basicamente pelas grandezas *quantidade de movimento* e *pressão*, a percepção de possíveis danos do ataque somente pode ser registrada pelo sentido do tato, pois tal percepção é fundamental tátil.

Para quem contra-ataca, a rapidez e a eficiência dependem da alternância entre os receptores sensoriais utilizados, ambos com significados semântico-sensoriais fundamentais, um visual e outro tátil.

Esse exemplo ratifica nossa discordância de Soler (1999), de que o tato somente pode ser um sensor analítico, com informações analisadas ponto a ponto para compor o “todo”. O toque com múltiplos pontos ao mesmo tempo em duas regiões distintas fornece todas as informações necessárias para saber o momento de derrubar quem desferiu o soco.

Nas palavras do mestre Frederico Fiori (à direita da foto),

Tem que ser rápido. Alternar da visão para o tato antes que o cara retire o braço. Se perder tempo olhando, ele escapa. Na defesa eu sinto o braço e a perna, então eu sei onde ele está sem precisar olhar. Mover a cabeça para olhar ainda tiraria a precisão do meu movimento.

As exemplificações em casos reais foram consideradas necessárias para melhor entendimento daquilo que pretendemos com as atividades planejadas para pesquisa e, a partir dessa melhor compreensão da *multissensorialidade*, iniciaremos a metodologia de pesquisa e análise dos dados coletados sistematicamente na instituição de ensino pesquisada.

6. METODOLOGIA DA PESQUISA

As diversas variáveis acerca da utilização de recursos sensoriais levantadas até o momento apresentam características subjetivas cuja avaliação é feita por depoimento, mudança comportamental, avaliação de expressão facial em grandes mudanças sobre como perceber um fenômeno (como os exemplos em 5.7.1 e 5.7.2). Por esse motivo, esta pesquisa se classifica como qualitativa, tendo sido adotada a metodologia de *pesquisa participante* (DEMO, 2004 e CHIZOTTI, 2014).

Considerando o ambiente de pesquisa e a posição de regente de turma de quem está coletando dados para análise, a busca conjunta por soluções é inevitável a quem pretende atuar no processo de inclusão escolar. Cada aluno envolvido quer aprender e, no decorrer do trabalho, sugere modificações. Para Hall (apud DEMO, 2004), “a pesquisa participante é descrita de modo mais comum como atividade integrada que combina investigação social, trabalho educacional e ação” (p.93).

A convivência com alunos e a exploração de seus potenciais, valorizando e respeitando sua cultura e conhecimentos empíricos, como as práticas diárias dos alunos cegos, remete também à Pedagogia da Autonomia, de Paulo Freire (1996). Usando o conceito de Pesquisa Participante, é possível concluir que não apenas os alunos vão aprender: também vão ensinar para outros alunos e para o professor-pesquisador no decorrer da atividade cuja base é a igualdade de oportunidades a todos os membros da comunidade escolar em processo de formação básica.

Nas palavras de Demo (op.cit.):

Embora com certos exageros, a Pesquisa Participante constitui-se em ato de fé na potencialidade da comunidade. Por mais pobres que possam ser e ainda nunca que tenham todos os recursos necessários, são dotadas de criatividade e aprendizagem, que as torna capazes de visualizar o desenvolvimento que lhes convém. (p.98)

O pressuposto básico de uma pesquisa participante é buscar soluções que possibilitem transformações na comunidade participante da pesquisa. No caso em questão, falamos de uma comunidade escolar, no âmbito da sala de aula. Assim, o papel do pesquisador é trabalhar junto aos alunos, enquanto articula propostas para problemas detectados antes e durante os momentos de intervenção na classe.

Esse método de interação pode ser corroborado pelas palavras de Camilo & Mattos (2014, p. 219):

Quando falamos da educação formal (e intencional, no interior de uma instituição com especificidades e características históricas, à qual foi atribuída pela sociedade tal função de educar), a escola passa a ser entendida como espaço de efetivação dessas atividades nas quais os alunos devem se engajar a fim de se apropriarem das objetivações humanas e atribuírem novos sentidos diante do já construído – é também a escola o espaço para o novo.

Para Demo (2004), a pesquisa participante compreende os seguintes procedimentos:

- 1ª fase - exploração geral da comunidade;
- 2ª fase – identificação das necessidades básicas;
- 3ª fase - elaboração de estratégia educativa.

A 1ª etapa foi cumprida de forma espontânea, no decorrer dos últimos 10 anos na condição de professor da escola. A partir dessa exploração, intencional (pesquisa de mestrado realizada no mesmo local e movida por necessidades ligadas ao tema desta pesquisa) e não intencional (na busca de soluções e produção de materiais no cotidiano da escola), inicia-se a 2ª fase.

As etapas 2 e 3 são suscetíveis ao processo de retroalimentação característico de um sistema complexo, caracterizado por mudanças através das respostas dos membros da comunidade à qual a pesquisa se destina. A cada proposta didática, os alunos apontarão erros, acertos e possíveis

sugestões de como proceder, cabendo ao pesquisador utilizar os novos dados observados, somados aos fornecidos pelos membros participantes, na elaboração de uma nova proposta. Pensando em Atividade (Duarte, 2002; ENGESTRÖM, 2001), é o momento de determinar as causas orientadoras das ações que comporão a atividade.

As pesquisas qualitativas, antes de domínio de áreas como a Antropologia, vêm sendo utilizadas nas últimas décadas em áreas como a Educação (GODOY, 1995, p.2; CHIZOTTI, 2014). A metodologia de trabalho desta pesquisa, usualmente presente em estudos das ciências humanas, se justifica pelo ambiente e tipo de atividade e vem se consagrando pela característica de interação social comum nas pesquisas da área educacional.

A avaliação da pesquisa envolverá outras atividades multissensoriais sobre o mesmo tema escolhido, em que serão avaliadas as interações dos alunos da “amostra teste” com as atividades propostas. Para possibilitar discussões acerca dos dados coletados e reavaliações sobre possíveis conclusões iniciais, as atividades serão fotografadas e filmadas.

Para reforçar a percepção sobre nossa busca, vejamos as palavras de Vigotski (1983, cap.2, p. 9), sobre o processo de compensação, tema explorado no item 5.4:

Um reflexo condicionado pode ser feito a partir da vista ou mesmo a partir do ouvido, do ouvido ou mesmo da pele e, por conseguinte, quando temos uma educação de substituição de um pelo outro, de umas das vias por outra, empreendemos um caminho de compensação social tal qual a deficiência. O importante não é que o cego veja as letras, mas que saiba ler. O importante é que o cego leia do mesmo modo que nós lemos e aprenda a fazê-lo como uma criança normal. O importante é que o cego saiba escrever, mas não tem importância alguma que o faça movendo uma pena pelo papel. Se aprende a escrever marcando o papel com um punção, estamos outra vez diante do mesmo princípio diante de um fenômeno praticamente idêntico.

Após a digressão do parágrafo acima, relembremos os objetivos da nossa proposta, com a intenção de guiar o leitor pelas atividades desenvolvidas sob um foco específico de reação em atividades multissensoriais. Tal preocupação se deve ao amplo espectro e possíveis interpretações proporcionadas por uma pesquisa participante cuja avaliação é qualitativa. Vamos aos objetivos:

1- Entender como a variação de recursos sensoriais, ao se ministrar uma aula de Física em sala de aula regular, interfere na aprendizagem. A diversificação das percepções sensoriais pretende atender a todos os alunos, com ou sem deficiência sensorial. A melhor forma de usar nossa pesquisa para parametrizar aulas para a educação básica será decidida pelos profissionais interessados no tema. Não se descarta a hipótese de o professor aprimorar, ampliar ou dar diferente abordagem para cada proposta, pelo natural amadurecimento do tema.

2- Observar se diferentes alunos podem possuir diferentes canais de entrada de informações, de forma a facilitar o processo de ensino e aprendizagem de Física. A resposta a essa pergunta nos possibilitará defender ou não a possibilidade de o aluno ter um canal sensorial específico que facilite sua aprendizagem em comparação aos demais sentidos.

3- Tornar o ensino de Física mais atrativo, pelo processo de significação das grandezas físicas não vinculadas com a visão ou, ainda, entender melhor a concepção de um modelo através das grandezas, sem relação sensorial.

6.1 – Como entendemos a coleta e a análise de dados

A análise e o registro de dados terão como base a visão de Bardin (1977, p.8), para quem “somente uma observação cuidada e carismática possibilita o entendimento de mensagens com significado não necessariamente claro”. O termo “não necessariamente claro” pode ter significados diversos, ainda mais considerando uma pesquisa de cunho qualitativo em um sistema complexo. Nesta pesquisa em especial, enfatizamos o quanto não se deve manter raízes em nossas perspectivas iniciais a ponto de transformá-las inconscientemente em realidade (uma ideia viva na noosfera), ou encarar a realidade conforme nossa visão estritamente pessoal. Fosse o caso, a pesquisa seria algo dispensável pela suposição de domínio sobre o tema.

A escolha dessa autora para orientar a análise de dados não se deu por acaso. Bardin (1977) considera as pesquisas qualitativas e suas respectivas características, enfatizando em seu histórico a análise de conteúdo, possibilitando a extração de dados concisos da nossa escolha de tipo de pesquisa: a pesquisa participante.

Os maiores cuidados na análise de dados, nos termos de Bardin, referiram-se à “ilusão da transparência dos fatos sociais”, de maneira que o pesquisador deve se tornar

desconfiado relativamente aos pressupostos, lutar contra a evidência do saber subjetivo, destruir a intuição em proveito do construído, rejeitar a tentação da sociologia ingênua, que acredita aprender intuitivamente as significações dos protagonistas sociais, mas que somente atinge a projeção da própria subjetividade.(p.28)

Nas análises, foram ainda consideradas algumas características do ato comunicativo, conforme Charaudeau (2008), tais como:

- 1- conhecimento partilhado entre os participantes do ato comunicativo;

- 2- contrato de comunicação, definido por Charaudeau (apud Oliveira, 2003, p.16) como “um ritual sociodiscursivo constituído pelo conjunto de restrições e liberdades resultantes das condições de produção e interpretação do ato de linguagem, as quais codificam tais práticas”.

O contrato de comunicação estabelece quem fala, de que posição em relação ao outro e com qual intenção. No caso específico da pesquisa, o professor da escola, em posição natural de autoridade, tem facilidade em coordenar as ações construídas com os alunos em seu meio escolar. Ainda destacamos como positivo:

- 1- Por diversas atividades realizadas pela inclusão de alunos cegos em classes regulares em anos letivos anteriores, com diferentes gerações de alunos oriundos do Instituto Benjamin Constant, os novos no Colégio já conheciam o pesquisador pelo nome e seu histórico de lutas em prol dos deficientes visuais. A confiança e a afetividade foram muito importantes com o grupo trabalhado por características diversas que não cabe aqui explicitar.
- 2- Por não ser professor efetivo da turma regular, os alunos não precisavam se preocupar com nota no boletim ao fornecer respostas. Assim descartamos a participação interesseira e o medo dos alunos de dar respostas equivocadas a questões propostas em exercícios. Os “erros”, no processo de planejamento e construção de um material novo, são capazes de nos levar por caminhos não imaginados.

As atividades realizadas, após análise, mostraram ainda diversos fatores que independem da estrutura empírica da linguagem utilizada pelos interlocutores e que interferem no ato comunicativo relativo ao processo de ensino-aprendizagem. Os diferentes significados dados a uma mesma palavra, a polissemia, revelaram-se mais comuns que o esperado no decorrer das

atividade,s em função de uma vida cerceada às adaptações de imagens relacionadas com a linguagem matemática, ou seja, discrepâncias desnecessárias pelo uso indevido da linguagem no processo de construção dos significados semânticos sensoriais. No decorrer da análise, exemplos vão aparecer em vários momentos, como nas palavras “semelhança” e “gráficos”. Conforme indica Bardin (1977, p. 117), vamos realizar "uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos".

Isto posto, a opção de tomar Bardin (idem, p. 49) como referencial de análise de conteúdo para a pesquisa participante em questão é reforçada considerando suas aplicações de prática sistemática de análise de dados no campo da psicologia social e da sociologia, com a análise do conteúdo se fazendo pela prática e possibilitando a compreensão de mecanismos.

Em suma, nossos dados foram fruto de atividade planejada, transcritos na totalidade, enumerados. A partir desse ponto, tendo em vista os referenciais teóricos de análise, criamos categorias complementares de acordo com nossas necessidades na linha apresentada por Bardin (op.cit.).

Ressalta-se muito fortemente que a convivência com os alunos foi responsável pelas posições ocupadas por cada um, pensando no contrato de comunicação e identificação das necessidades dos alunos deficientes visuais em comparação direta com os demais alunos. Além de atividades experimentais, passamos a utilizar materiais impressos com alunos da primeira série do ensino médio de modo que, além de explorar a diversificação dos sentidos sensoriais, os alunos pudessem acompanhar uma aula mais tradicional conforme exigências do Colégio.

6.2 – Categorias de análise para as atividades multissensoriais de pulsos transversais

Nas atividades envolvendo ondas, descritas em detalhes com fotos no capítulo 7, montaremos tabelas para sistematização e organização dos dados conforme os parâmetros a seguir:

- a) Perceptores sensoriais utilizados *versus* expectativa de uso (aula tradicional): significados semântico-sensoriais atrelados;
- b) Classificação dos perceptores sensoriais como analíticos ou sintéticos.

A partir dos resultados obtidos e da análise de dados, emitiremos, no capítulo 8, um parecer final sobre a diversidade sensorial em atividades experimentais. No momento, afirmamos a necessidade de mais um tópico a ser explorado cuja necessidade se fez presente no decorrer da análise de dados da atividade experimental: a transposição da estrutura empírica da linguagem em sala de aula, audiovisual interdependente para tátil-visual interdependente, como condição básica para manter a igualdade de oportunidades.

Antes de tomar essa decisão, consideramos que, mesmo se tratando de um texto com fins acadêmicos, esta pesquisa pode ser procurada por professores da educação básica, com a intenção de aprimorarem-se para lidar com alunos deficientes visuais em sala de aula regular, devido à escassez de materiais específicos à disposição.

6.3 – Transposição da estrutura empírica da linguagem: audiovisual interdependentes para tátil visual interdependentes.

Este item foi inserido pela notória necessidade de elementos estáticos no decorrer das atividades experimentais. Considerando que agora o grupo de

alunos é composto por quatro alunos cegos, identificados como A1, A2, A3 e A4, os materiais analisados serão fruto de impressões em alto relevo produzidas para sala de aula no colégio observado pelo próprio autor da pesquisa.

Conforme já mencionado anteriormente, é possível as estruturas empíricas audiovisual interdependente e tátil-visual interdependente coexistirem na mesma aula. Ou seja, a existência de uma não anula a necessidade da outra em sala de aula regular. Um dêitico visual, por exemplo, pode ser substituído pelo ato de guiar a mão (seja pelo contato direto ou instruções por voz) do aluno deficiente visual ao ponto do material em relevo sobre a mesa do aluno. Em linguagem coloquial, o ato de apontar para o quadro dizendo “aqui ó...” seria acompanhado pelo gesto de pegar a ponta do dedo do aluno deficiente visual (ou mão ou o que for melhor no momento) e colocar no ponto do papel que representa a informação que está no quadro (curiosamente alguns professores se sentem impelidos a repetir: “Aqui ó...” enquanto seguram a ponta do dedo do aluno).

Para evitar a influência de videntes “soprando” respostas aos alunos cegos, estas atividades foram basicamente registradas apenas com alunos cegos da primeira série do ensino médio, salvo algum caso de aluno vidente visitante. Enfatizamos que isso não impede a utilização do mesmo material em sala de aula regular.

A análise do desenvolvimento do uso dos materiais impressos em relevo partirá de classificações baseadas experiências corporais observadas, inseridas na linha superior das tabelas, criadas para esta pesquisa conforme necessidade identificada pela análise dos vídeos, segundo recomenda Bardin (1977).

As categorias identificadas e suas respectivas classificações são:

1- Área do corpo utilizada pelo aluno ao acessar a informação impressa em relevo, subdividida em:

- Apenas a ponta do dedo;
- Mais que a ponta do dedo e menos que a mão inteira;

- Outras artes do corpo além da mão, mesmo envolvendo cinestesia.

2- Quanto ao modo de exploração e acesso à informação:

- Autonomia plena > quando não há necessidade de ser guiado até o ponto onde está a informação;
- Autonomia parcial > quando o aluno é orientado pela voz de outro que sabe onde a informação está;
- Autonomia zero > orientação direta, segurando a mão ou dedo, até o ponto onde se encontra a informação.

A área do corpo utilizada depende diretamente da área necessária que, por sua vez, depende da densidade de informação por unidade de área matematicamente representada por densidade de informação = quantidade de informação/unidade de área, de forma que a quantidade de informação é dada pelo número de pontos em relevo.

Sendo assim, uma equação simples de determinação de densidade de informação nos serve *apenas* para parametrizar possibilidades sobre a quantidade de informação pretendida na folha impressa em relevo destinada ao aluno. Pontos muito próximos podem alterar significativamente a informação pretendida (1) e pontos muito afastados dificultam o processo de varredura ou pelo menos o tornam mais lento (2).

Exemplo1: uma letra l²³ muito próxima de um ponto de gráfico localizado à direita pode ser lida como uma letra S, e o ponto do gráfico “incorporado” à letra S deixa de existir.

Exemplo 2: uma letra utilizada para identificar um ponto em um gráfico ou diagrama pode perder associação pelo excesso de afastamento. Uma distância que, visualmente, pode ser próxima, tatilmente pode ser percebida como maior.

Para melhor entendimento de nossas escolhas, vamos descrever, no próximo capítulo, as atividades experimentais desenvolvidas.

7. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS MULTISSENSÓRIAS EM AULAS REGULARES: CASO DE ONDAS EM CORDAS ELÁSTICAS

Os procedimentos aqui apresentados e suas análises fazem parte do processo direto de constituição de dados conforme as perspectivas já descritas. As atividades foram registradas em fotos e em vídeos para posterior análise. As gravações em vídeo permitiram analisar diversas vezes a mesma atividade, o que foi fundamental em momentos em que “algo mais” se mostrou necessário ou discrepante em relação ao esperado.

Foram realizadas algumas atividades preliminares, entre as quais:

- 1- Levantamento de recursos técnicos necessários para a coleta de informações;
- 2- Projeção de tempo necessário aproximado para o desenvolvimento da atividade com coleta de material para análise. Tal estimativa se fazia necessária haja vista que poderíamos requerer a um professor a cessão de tempo ou disponibilidade dos alunos em horário extraclasse;
- 3- Efetuação de possíveis modificações no material para evitar fatores inesperados que não contribuiriam para a pesquisa, tais como barbante arrebitando ou elástico machucando a mão dos alunos, ecos de fundo pela posição de uma parede etc.

A coleta de dados, realizada em mais de um *campus* do colégio em questão, permitiu ainda um novo olhar sobre os alunos ao realizarmos as atividades definitivas. Das atividades prévias vieram algumas das primeiras percepções acerca de como os alunos interagem com objetos, em uma perspectiva vigotskiana, diversificando-se os canais de percepção sensorial. Esse primeiro passo nos indicou:

- 1- o replanejamento parcial das atividades experimentais;

2- a necessidade de lidar com materiais impressos com registros similares ao dos videntes em sala de aula regular, oferecendo uma estrutura empírica da linguagem tátil-visual junto à estrutura empírica audiovisual.

Um novo modo de observar fenômenos não isentaria, em uma perspectiva de escola real com diversas turmas sem deficientes visuais, o registro tradicional de informações visando ao período de provas²⁴, o Exame Nacional do Ensino Médio e outros vestibulares. Portanto, fez-se necessário investimento na transposição da estrutura empírica da linguagem, considerando as estruturas interdependentes (com complementação da informação) e fundamentais (substituição do meio material de veiculação da informação)

7.1 – Aula de propagação de pulsos em cordas

A atividade descrita nesta seção foi concebida inicialmente para uma classe regular que continha alunos cegos, em 2008, como forma de superação de barreira didática que impossibilitaria tais alunos de participar das aulas efetivamente. As dificuldades encontradas pelos alunos cegos para a participação em uma aula sobre o tema proposto, no caso, propagação de pulsos, referiam-se à quase exclusividade de estímulos visuais, com um professor apontando para o quadro e dizendo “estão vendo aqui? Ó, aqui é a crista...”. Ou seja, um excesso no uso de dêixis visual, estrutura empírica da linguagem audiovisual interdependente e uso incorreto das grandezas físicas, considerando-se as categorias semântico-sensoriais.

A reestruturação da atividade com intenção de pesquisa considerou características do ato comunicativo, envolvendo a transposição da estrutura

²⁴ Aqui consideraremos a perspectiva de as avaliações serem relativamente próximas entre as turmas, sem considerar as peculiaridades de cada. Ressalta-se que a tendência da escola pesquisada é para prova única em todas as turmas, abrindo exceção para os alunos com deficiência. Tal característica, embora não seja a mais recomendada, provavelmente estará presente no período de adaptação dos professores.

empírica da linguagem e a relação entre os fenômenos e as possibilidades de percepção sensorial e modelagem pelas relações entre os fenômenos e as possibilidades de entendimento. Nas palavras de Lavarda e Bidarra (2007):

Existem vários tipos de comunicação usados para externar pensamentos. Os modos mais frequentemente usados, no entanto, são os orais, auditivos e visuais. As possibilidades de comunicação remanescentes, tais como as táteis, as gustativas e as olfativas, na maioria das vezes, apenas desempenham um papel secundário e subordinado aos anteriores, especialmente quando se trata de processos de comunicação de uso de linguagem padrão. (p.310)

Os autores (op.cit.) ainda explicitam:

Embora válido e, em via de regra, plenamente aceito pelos falantes, o propósito aqui é colocar em evidência o impacto negativo causado pelos dêiticos espaciais, quando o seu uso não é cercado de cuidados necessários para a efetivação do enunciado. (p.312)

Atualmente, na mesma instituição de ensino regular, independentemente da presença de alunos com deficiência visual (um dos objetivos de materiais inclusivos), a atividade foi mantida para as aulas regulares. De antemão, para além da análise de dados, os alunos gostam, mostram mais interesse, apresentam melhor interação com o conteúdo, ficam mais animados, entre outras características valorizadas por Soller (1999), em sua obra sobre *multissensorialidade* (melhorando entre os alunos a concepção acerca da presença de alunos deficientes visuais em sala de aula regular).

Vejamos a apresentação tradicional de uma aula de pulsos em cordas elásticas. A figura 7.1, corriqueira em livros didáticos de Física, representa um pulso em dois momentos:

- 1- anterior à sua chegada à extremidade fixa;

2- imediatamente após a reflexão na extremidade fixa.

Após a reflexão, o pulso refletido retorna com inversão de fase, ou seja, se o pulso estava “para cima” antes da reflexão, passará a estar “para baixo” após a reflexão.

Figura 7.1 – Reflexão de pulso em extremidade fixa

Fonte: <http://www.brasilecola.com/fisica/reflexao-onda-uma-corda.htm>

Para o aluno que enxerga, a visualização da imagem acima não configura aprendizado. Reproduzir ou identificá-la em uma prova, após aulas com professor utilizando dêixis espacial, tão pouco seria comprovação de que o aluno sabe algo sobre o fenômeno.

Para o aluno cego, perceber a imagem impressa em relevo, com barbante colado em cartolina etc. também não resultará necessariamente em aprendizagem. Por esse motivo, no decorrer da pesquisa, fizemos a substituição da estrutura empírica audiovisual pela tátil-visual, com a intenção de manter a estrutura básica com a qual os professores já se relacionam.

Assim, pode-se fazer uma comparação de desempenho no colégio estudado, em prova convencional, entre o aluno vidente e o aluno cego sem material adaptado às suas necessidades educacionais acerca dessa aula de reflexão de pulso de forma tradicional:

- Aluno vidente: Em uma prova, ao representar, em uma folha de papel, uma imagem visualizada no quadro, ou identificar uma crista e um vale em uma imagem fornecida, não há indicativo de aprendizagem. Existe a possibilidade de ocorrência de aprendizagem sobre o tema? Sim, apenas não se podem utilizar abordagens de reprodução/memorização como comprovação.
- Aluno com deficiência visual: Com acesso à informação sonora apenas, não encontramos indício de possibilidade de alguma aprendizagem sobre o tema. Em uma prova tradicional, o aluno cego simplesmente é dispensado de fazer a questão, substituída por outra.

Para saber a influência da atividade experimental de propagação de pulsos em cordas utilizamos um espaço amostral de videntes e outro com deficientes visuais e videntes.

Nas descrições abaixo, imagens retiradas da internet sobre os fenômenos estudados foram inseridas para comparação entre estas e os registros da pesquisa. Um de nossos temores, além da qualidade da impressão por quem pretende utilizar nossa pesquisa, é a não identificação imediata pelo professor ou pesquisador não estar com visão “hábil” ou não treinada o suficiente.

7.2 – Atividade multissensorial sobre propagação e reflexão de pulsos em extremidade fixa em cordas elásticas: caso de alunos videntes

Em uma turma de terceira série do ensino médio, os alunos foram levados ao pátio da escola onde foram realizados os seguintes procedimentos:

1- Foi esticado um elástico, daqueles utilizados para retirada de sangue para exames médicos, com 6 metros de comprimento, conforme a foto 7.2, ficando um aluno em cada extremidade.

Figura 7.2: Aluno segurando um elástico esticado

2- Um dos alunos emitiu um pulso puxando um ponto do elástico para cima, distante um braço da extremidade, soltando-o rapidamente.

3- Todos os alunos puderam ver com facilidade o pulso chegando à extremidade oposta, exceção para os casos em que o elástico estava demasiadamente esticado. A velocidade do pulso depende da tração à qual o elástico está submetido, sendo proporcional à raiz da tração conforme a equação de Taylor²⁵.

4- O aluno localizado na extremidade do elástico oposta à emissão do pulso, além de ver, pôde sentir, através do tato, muito rapidamente, o impacto e o retorno do pulso refletido.

²⁵ $v = \sqrt{\tau/\mu}, \mu = \frac{m}{l}$, onde μ = densidade linear da corda elástica.

O que diferencia essa atividade de uma aula convencional, aparentemente, se encerra no acompanhamento do movimento do pulso, contrapondo-se ao quadro e outras representações estáticas sobre algo em movimento, e na tridimensionalidade (considerando todos os fenômenos atrelados). Se fosse apenas isso, a atividade poderia ser substituída por um simulador computacional sem perdas significativas na comparação com o apresentado e o convencional utilizando quadro e giz.

Dando aos alunos livre acesso ao material, organizados dois a dois (um em cada ponta do elástico), é possível transformar a transposição do estático para o dinâmico em dinâmico multissensorial com exigência de análise das categorias semântico-sensoriais e concepções sobre ondas oriundas na interação social e todas as experiências prévias anteriores à aula em questão. Ressalta-se muito fortemente que todos os alunos da classe possuíam alguma experiência com o mar, uma vez que a ida à praia é um hábito para muitos moradores do Rio de Janeiro, cidade da pesquisa.

Os perceptores sensoriais envolvidos na atividade foram:

- 1- Visual: pela observação do movimento do elástico;
- 2- Tátil: pelos impulsos recebidos (antes e após a reflexão do pulso) nas mãos de quem segura o elástico.
- 3- Auditivo: pelos sons emitidos pelo movimento relativo entre elástico e ar.

A visão se comportará como sentido sintético em todos os instantes dessa atividade, acrescentando dados à estrutura empírica da linguagem audiovisual interdependente. Todavia, tal opção seria insuficiente para entender o conceito de propagação de pulso e sua reflexão pelas relações semântico-sensoriais não contempladas, que são:

- 1- energia: grandeza sem relação sensorial;
- 2- trajetória dos pontos do elástico: relações vinculadas com a visão e o tato, independentes, sendo o tato mais indicado, considerando-se as relações

prévias dos alunos com as ondas do mar, cuja trajetória não é perpendicular à propagação do pulso, como ocorre no elástico;

3- tração no elástico: relação tátil fundamental para o desenvolvimento do experimento em questão, podendo ser de relação secundária com a visão por intermédio de um dinamômetro (que atrapalharia o fenômeno a ser observado com os recursos disponíveis).

Com uma das mãos no elástico, o aluno tem acesso a informações táteis da tração à qual o elástico está submetido. Mesmo sem o uso de um dinamômetro, a variação no módulo da tração necessária para modificar perceptivelmente a velocidade do pulso é facilmente percebida seja pela visão, tato ou audição (pelo som da “chicotada” no ar).

Com as informações exclusivamente táteis, é possível determinar:

- 1- o sentido de deslocamento dos pontos do elástico durante a passagem do pulso, transversalmente à direção do pulso propagado, através de colisões entre a mão se movendo verticalmente com o elástico na horizontal;
- 2- o sentido da fase antes da incidência na extremidade fixa (mão de um aluno), por um “tranco” recebido na chegada do pulso;
- 3- o sentido da fase após a reflexão, através de outro “tranco” imediatamente após o primeiro.

A descrição dessa atividade, realizada com uma turma de alunos videntes, se encerra enfatizando que a todo momento esses alunos poderiam se limitar, caso quisessem, dentro de um ensino tradicional, ao uso exclusivo da visão. Todavia, apenas a diversificação dos sentidos possibilita entendimento pleno dos fenômenos abordados.

7.3 – Atividade multissensorial de refração de um pulso de um meio com maior densidade linear para outro com menor densidade linear e reflexão em extremidade livre: caso de alunos videntes

Como continuidade da atividade anterior, foi emendado um barbante resistente em uma das extremidades do elástico conforme a foto 7.3-1

Figura 7.3-1: elástico e barbante esticados

Em função da baixa densidade linear do barbante (bem mais fino e menos massivo que o elástico), o pulso se propaga tão rapidamente ao passar do elástico para o barbante que, apesar de perceptível aos olhos²⁶, não permite análise pontual (visão não consegue variar do sintético para analítico). Apenas é possível perceber que o barbante “sacode” (visão do todo). O aluno que estava segurando o barbante, através do que foi chamado anteriormente de “tranco” sentido pela mão, percebe o sentido da fase.

²⁶ Percebe-se o barbante sacudindo e nada além disso.

Figura 7.3-2: refração de pulso

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/discovirtual/galerias/imagem/0000000597/0000005767.png>

Em comparação ao item anterior, já adiantamos notória insuficiência da visão para determinar como o pulso foi refratado: com ou sem inversão de fase.

Para o estudo da reflexão de pulsos em extremidades livres basta repetir os mesmos procedimentos, sendo que o pulso analisado é o PRIMEIRO a retornar para a mão do emissor. Para aplicação em sala de aula, recomenda-se cuidado com a questão do intervalo de tempo: como pulsos sucessivos estarão presentes em função das reflexões e refrações, recomenda-se realizar o experimento mais de uma vez até o aluno sensibilizar-se para a diferença entre o primeiro e os demais pulsos.

7.4 – Atividade multissensorial de interferência de ondas em uma corda elástica: caso de alunos videntes

Utilizando apenas o mesmo elástico esticado (retiramos o barbante colocado para o item 7.3), com um aluno em cada extremidade, gerando um pulso em cada extremidade, demonstramos o que ocorre no encontro entre os pulsos. Recomendamos muito fortemente a quem quiser reproduzir a atividade

que o encontro, por questões didáticas, deve se dar no meio ou bem próximo, em função do rápido amortecimento do pulso.

Figura 7.4-1: Interferência construtiva de ondas

Fonte: <http://www.brasilecola.com/fisica/interferencia-ondas.htm>

Os receptores sensoriais envolvidos na atividade foram:

- 1- Visual: pela observação visual dos pulsos e seu encontro no meio do elástico;
- 2- Tátil: pelos impulsos recebidos após a interferência no meio do elástico;
- 3- Auditivo: pelos sons emitidos pelo movimento relativo entre elástico e ar, tanto antes quanto durante a interferência.

Conforme visto no item 7.2, para cada pulso emitido, existe um som associado em cada extremidade, cuja intensidade depende da velocidade dos pontos do elástico em relação ao ar, que, por sua vez depende da tração à qual o elástico está submetido e da amplitude. Dessa vez, ainda teremos um som

adicional característico da interferência entre dois pulsos, seja ela qual for (construtiva ou destrutiva).

Refazendo o experimento, gerando agora dois pulsos de fases opostas, haverá uma interferência destrutiva na parte central do elástico, caracterizada pelo silêncio característico da não perturbação do meio, ou, pelo menos, uma perturbação bem pequena em relação à primeira situação gerada pela diferença entre as amplitudes dos pulsos.

Figura 7.4-2: interferência destrutiva de ondas

Fonte: <http://www.brasilecola.com/fisica/interferencia-ondas.htm>

As atividades de reflexão e refração de ondas em cordas descritas podem ser classificadas como multissensoriais pela diversidade de receptores sensoriais possíveis de serem utilizados.

Em um ensino que privilegia a estrutura empírica da linguagem audiovisual, resultando no destaque aos sentidos da visão (com excesso de dêixis espacial) e da audição (pela linguagem falada), as possibilidades oferecidas pelas atividades de pulsos em cordas elásticas chegam a causar espanto aos alunos videntes.

7.5 – Atividades multissensoriais de propagação, reflexão em extremidade fixa, interferência de ondas e ondas estacionárias em uma corda elástica: caso de alunos com deficiência visual

As atividades a seguir foram realizadas em outro *campus* da Instituição pesquisada. Dessa atividade, participaram 4 alunos cegos e 1 aluno autista com baixa visão. O interesse de grande número de alunos videntes pelas atividades impossibilitou a observação da atividade de refração e reflexão em extremidade livre como foi feito no item 7.3. Os locais mais amplos de uso livre deste *campus* são locais de passagem e, conforme os alunos videntes ficavam olhando e comentando (os alunos cegos escutam os comentários) e pedindo para participar, consideramos a possibilidade de ruídos na coleta de dados, motivo do descarte, seguido de substituição pelo estudo de ondas estacionárias.

Os procedimentos experimentais básicos são os mesmos descritos em 7.2, sendo que, para as ondas estacionárias, os pulsos são emitidos em sequência e frequências específicas para manter a posição dos ventres e nós em cada harmônico. Para não inserirmos mais variáveis na observação, como estamos acostumados a gerar ondas estacionárias no elástico, participamos neste momento como emissor de ondas.

7.5.1 – Atividade de reflexão em extremidade fixa

A foto 7.5.1 mostra uma aluna cega segurando uma das extremidades do elástico após os procedimentos indicados, esperando um pulso chegar. A princípio, a aluna e os demais participantes não tinham ideia do que poderia acontecer, pois não dispunham das informações visuais disponíveis nem tiveram acesso às imagens em sala de aula regular. Para a reflexão de pulsos,

os estímulos sonoros e táteis não se mostraram suficientes para os alunos pelo menos formarem, de algum modo, a imagem representativa de uma onda transversal.

Figura 7.5.1: Aluna analisando pulsos na extremidade do elástico

Pelos estímulos fornecidos ao aluno cego, resumidos em “senti uma puxada para cima” ou “senti uma puxada para baixo” ficou clara a inviabilidade de abrir mão de materiais em relevo, interação com videntes ou, preferencialmente, ambos. Abrimos aqui uma observação para o que alguns cegos chamam de “pedir os olhos emprestados”: a ajuda de um aluno vidente num dado momento não descaracteriza a proposta como inclusiva, pelo contrário. Em outros momentos, o cego ensinará ao vidente algumas das percepções que aprendeu no decorrer do processo de compensação de funções onde usualmente se recorre à visão.

7.5.2 – Atividade multissensorial de interferência de ondas

Utilizando os mesmos procedimentos de 7.4, realizamos interferências construtivas e destrutivas em caráter interativo. Isso significa que o foco da atividade não foi o envolvimento do aluno com a emissão dos pulsos, mas com características das interferências no elástico.

Os perceptores sensoriais potencialmente utilizados na atividade foram:

- 1- Visual: praticamente nada, pois o aluno com baixa visão presente não conseguia acompanhar o rápido movimento;
- 2- Tátil: pelos impulsos recebidos após a interferência no meio do elástico;
- 3- Auditivo: pelos sons emitidos pelo movimento relativo entre elástico e ar, tanto antes quanto durante a interferência.

Figura 7.5.2: aluna cega sendo guiada ao longo do elástico

Com os alunos, um a um, localizados de modo a acessar o meio do elástico, conforme foto 7.5.2, foi possível comparar o tamanho do pulso resultante e a “energia associada” pelo impacto com a mão. A colocação de aspas em “energia associada” se deve ao fato de não percebermos a energia em si, uma grandeza sem relação sensorial. Nós temos acesso aos efeitos e não à energia em si.

Os estímulos sonoros foram fundamentais, principalmente a diferença entre o “som mais intenso” da interferência construtiva e o “silêncio” da interferência destrutiva.

7.5.3 – Atividade de ondas estacionárias

Procedimentos adotados para a atividade de ondas estacionárias:

- 1- O elástico de 6 metros de comprimento foi esticado no interior de uma sala, estando um aluno em uma extremidade e o professor emissor de pulsos na outra;
- 2- Diferentes harmônicos foram construídos, iniciando em $n=1$, em que n é o número do harmônico, deixando inicialmente os alunos de familiarizarem com os sons emitidos;
- 3- O aluno com baixa visão guiou os demais colegas pela lateral do elástico, de tal forma que a mão pudesse realizar movimentos horizontais e verticais ao tocar o elástico. Talvez a maior delicadeza desta etapa fosse a paciência e coordenação do aluno em permitir a colisão entre sua mão e o elástico e retirar a mão esperando o aviso de que a ressonância necessária para o harmônico fora atingida novamente.

Abaixo, seguem as fotos com descrição de cada etapa. Nossa preocupação é a quantidade de nuances no caso exploratório de um sistema dinâmico pelo tato.

Figura 7.5.3-1: Aluna cega guiada pelo amigo com baixa visão aguardando o impacto do elástico com sua mão. No momento registrado, temos $n=1$ ou primeiro harmônico. Nessa foto, o elástico está bem visível, por inteiro, devido à baixa velocidade dos pontos na direção transversal à propagação do pulso.

Figura 7.5.3-2: Aluna cega guiada pelo amigo com baixa visão aguardando o impacto do elástico com sua mão. No momento registrado, temos $n=3$ ou terceiro harmônico. Nessa foto, o elástico está bem visível apenas nos nós, onde a velocidade dos pontos

é nula (ou próximo, considerando os pontos adjacentes) e com efeito de movimento em todo resto, especialmente nas cristas onde a velocidade média dos pontos é maior.

Figura 7.5.3-31: Emissor “retomando” a frequência do terceiro harmônico após colisão entre a mão da aluna cega e o elástico. No momento registrado, essa “retomada” é relativamente simples pela baixa velocidade de impacto pela proximidade com o nó.

Figura 7.5.3-4: Aluna cega sozinha percebendo o fenômeno de ondas estacionárias para $n=2$ ou segundo harmônico.

Figura 7.5.3-5: momento em que o elástico atinge a mão da aluna que estava movendo a mão para baixo buscando o ponto de altura máxima dos pontos oscilando verticalmente.

8 ATIVIDADES DE TRANSPOSIÇÃO DA ESTRUTURA EMPÍRICA DA LINGUAGEM: AUDIOVISUAL INTERDEPENDENTES PARA TÁTIL VISUAL INTERDEPENDENTES

Neste capítulo, aplicaremos as categorias de contato criadas no capítulo 6. A intenção é compreender como se dá a leitura tátil de materiais estáticos em relevo, como impressões, maquetes etc., e a eficiência de:

- 1- dêixis táteis, que relacionamos à falta de autonomia do aluno ao analisar uma imagem;
- 2- Instruções de voz ajudando a localizar pontos específicos, que relacionamos à autonomia parcial;
- 3- Leitura sem interferência externa, que relacionamos com autonomia plena.

As imagens abaixo são todas cópias de tela do editor de texto “BrailleFácil” (versão 3.4). Esses arquivos, cuja extensão é “.grb”, apenas podem ser lidos por impressoras específicas para impressão em alto relevo, utilizando papel 40 kg (gramatura 120 g / m²), com bordas destacáveis composta por furos consecutivos compatíveis com os “dentes da impressora”. O modelo em questão foi o Braille Index Basic D.

Os recursos táteis poderiam ser perfeitamente compostos por maquetes táteis, conforme a maioria dos trabalhos na área de inclusão de alunos deficientes visuais. A opção pela impressão em relevo se deu pela possibilidade de registro sem ocupar espaço físico e pela possibilidade de envio para outras instituições, que poderiam aproveitar o material com seus alunos²⁷.

Como a intenção com esse material específico é mostrar possibilidades de transposição da estrutura empírica da linguagem, optamos pela representação tátil de imagens usualmente desenhadas no quadro das aulas

²⁷ Se todos os professores construírem maquetes, uma para cada tema de aula, em breve seria necessário um galpão dentro da escola somente para guardar as maquetes.

de Física. Portanto, não serão descritas as aulas em si, mas apenas as imagens cujos caracteres indicativos estão em Braille.

Considerando a quantidade de detalhes sutis no uso do tato, superior à atividade experimental com ondas transversais, composta por estímulos diversos e concomitantes, as tabelas de análise incluíram o instante de identificação da categoria proposta, facilitando posterior análise dos vídeos.

8.1 Aula de conversão entre escalas termométricas

Abaixo temos a representação de três termoscópios verticais idênticos, graduados em três escalas, da esquerda para a direita, respectivamente, Celsius, Fahrenheit e Kelvin, com seus respectivos pontos fixos fundamentais.

Figura 8.1: Conversão entre escalas

Atribuindo uma variável em qualquer ponto à mesma altura em cada termômetro (termoscópio já com escala termométrica associada), podemos aplicar o teorema de Tales e relacionar os segmentos de reta primeiro ponto fixo fundamental-ponto e primeiro ponto fixo fundamental-segundo ponto fixo fundamental. A primeira linha escrita abaixo dos termômetros é consequência da aplicação do Teorema de Tales. Desenvolvendo as contas, encontramos a equação de conversão entre as citadas escalas.

8.2 Resolução de exercício de óptica: determinação da altura de um prédio utilizando sua sombra, uma estaca vertical e a respectiva sombra.

Figura 8.2: Representação de prédio e estaca

Na imagem, estão representados H, S, h e s, respectivamente, tamanho do prédio, sombra do prédio identificada no chão, tamanho da estaca e tamanho da sombra da estaca no chão.

Abaixo da imagem está escrito “por semelhança de triângulos, temos: $H/S = S/s$ ”.

8.3 - Câmara escura de orifício

Abaixo temos a representação de um objeto colocado à frente de uma câmara escura de orifício.

Figura 8.3: Câmara escura de orifício

Na parte inferior da imagem, estão duas linhas de cota e as respectivas identificações de grandezas: distância entre objeto e orifício da câmara escura e distância entre o orifício e o fundo da câmara.

Com uma semelhança de triângulos, ambos visíveis na imagem, obtemos a equação de uma câmara escura de orifício ($i/o = p'/p$).

8.4 – Tipos de reflexão

Representação de 3 raios paralelos entre si incidindo em superfície irregular e, como consequência após a reflexão, os raios seguem diferentes direções.

Figura 8.4-1: Reflexão difusa

Escritos em Braille acima do desenho:

“Professor: Tato”

“tipos de reflexão da luz”

“1- difusa”

Representação de 3 raios paralelos entre si incidindo em superfície irregular e, como consequência após a reflexão, os raios continuam paralelos.

Figura 8.4-2: Reflexão difusa

Escritos em Braille acima do desenho:

“2- especular ou regular”

Escritos em Braille abaixo do desenho:

“Regularidade da reflexão depende da *regularidade da superfície*”. O trecho em itálico não apareceu na impressão em relevo, inserida posteriormente com uso de punção (ferramenta para escrever em Braille).

8.5 - Imagens conjugadas em espelho plano

Representação da geometria utilizada para encontrar a distância entre um ponto imagem e a superfície refletora.

Figura 8.5: Formação de imagem de um ponto real.

Escritos em Braille acima do desenho:

“Professor Tato”

“Imagens em espelhos planos”

Escritos em Braille abaixo do desenho

“Se P for um ponto real, P’ será um ponto virtual”

9. ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

9 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Neste capítulo apresentaremos os resultados a partir da metodologia adotada e dos procedimentos descritos no capítulo 8. No decorrer da análise, relacionaremos os dados sistematizados com os referenciais teóricos adotados, para pensar o registro da observação e a prática. Sobre as mesmas atividades, outros olhares seriam possíveis, assim como outras classificações para registro de dados.

A intenção final é, a partir dos resultados, discutir possibilidades para o grupo de alunos da pesquisa no contexto de escola e currículos adaptados a uma perspectiva de diversificação sensorial, considerando a linguagem, possibilidades exploratórias de fenômenos e transposição da estrutura empírica da linguagem para turmas regulares, envolvendo características sensoriais abordadas e formas de apresentação do conteúdo.

9.1 Tabelas relativas à atividade do item 7.2 – Atividade multissensorial sobre propagação e reflexão de pulsos em extremidade fixa em cordas elásticas: caso de alunos videntes

a) Perceptores sensoriais utilizados *versus* expectativa de uso (aula tradicional)

Evento	Perceptor usual	Significado físico para os alunos	Perceptor utilizado	Significado físico para os alunos
Movimento dos pontos do elástico durante a propagação	Visão	Pontos do elástico se movem	Tato	O movimento dos pontos é vertical*
Movimento dos pontos do elástico durante a propagação	Visão	Pontos do elástico se movem	audição	A velocidade dos pontos é maior no início, assim que o pulso é emitido**
Velocidade de	Visão	Sem relação	Tato	Proporcionalidade

propagação				entre tração e velocidade
Velocidade de propagação	Visão	Sem relação	audição	Maior velocidade = som mais intenso no início e mais duradouro***
Incidência do pulso na extremidade fixa	Visão	O pulso “chegou”	Tato	É percebido um puxão/tranco no sentido da fase
Reflexão do pulso na extremidade fixa	Visão	Inversão de fase	Tato	É percebido um puxão/tranco no sentido contrário ao primeiro

*Nesse caso, perpendicular à direção de propagação.

** Isso nos remete ao rápido amortecimento do pulso.

*** Remetendo-nos à quantidade de energia associada ao pulso (mais energia gasta para emitir o pulso).

b) Classificação dos receptores sensoriais como analíticos ou sintéticos:

Evento	Perceptor utilizado	Classificação	Justificativa da escolha
Movimento dos pontos do elástico durante a propagação	Visão	Sintético	Age por varredura a todo momento
Movimento dos pontos do elástico durante a propagação	Audição	Sintético, aplicável somente com o elástico bem tracionado	Pela maior energia inicial ainda é possível perceber um som vindo de diferentes direções enquanto o pulso é amortecido
Movimento dos pontos do elástico durante a propagação	Tato	analítico	O impacto entre elástico e mão só pode ser feito ponto a ponto
Velocidade de propagação do pulso	Visão	sintético	Só analisa vários pontos por “momento de percepção”
Velocidade de propagação do pulso	Audição	Não se aplica	A informação é descontínua e sofre

			interferência externa por “eco”.
Velocidade de propagação do pulso	Tato	Analítico (com um ponto de análise)	Para um mesmo deslocamento é possível perceber aumento ou redução do tempo, sem precisão.
Incidência do pulso na extremidade fixa	Visão	analítico	Visão central/atenção concentrada em um único ponto
Incidência do pulso na extremidade fixa	Tato	analítico	Percepção em ponto único
Reflexão do pulso na extremidade fixa	Visão	analítico	Visão central/atenção concentrada em um único ponto
Reflexão do pulso na extremidade fixa	Tato	analítico	Percepção em ponto único
Inversão de fase	Visão	sintético	A visão acompanha todos os pontos em movimento e percebe a inversão
Inversão de fase	Tato	Analítico	O “tranco” de chegada possui sentido contrário ao de saída

9.2 - Tabelas relativas à atividade do item 7.3 - Atividade multissensorial de refração de um pulso de um meio com maior densidade linear para outro com menor densidade linear e reflexão em extremidade livre: caso de alunos videntes

Alguns eventos relativos ao fenômeno serão omitidos por interseção com o item anterior. A repetição de dados nada teria a acrescentar à conclusão da pesquisa. Por uma questão de recorte para pesquisa, a “refração do pulso” na tabela deve ser entendida como “refração do pulso do meio de maior densidade linear para o meio de menor densidade linear”.

O “retorno do pulso refletido” refere-se ao retorno do pulso após a mudança de meio, onde parte do pulso foi refratada e a outra refletida.

a) Perceptores sensoriais utilizados *versus* expectativa de uso (aula tradicional)

Evento	Perceptor usual	Significado físico para os alunos	Perceptor utilizado	Significado físico para os alunos
Refração do pulso	Visão	O pulso passou para o barbante	Tato	Equivocadamente concluíram um ganho energético na refração*
Refração do pulso	Visão	O pulso passou para o barbante	audição	O som associado ao deslocamento dos pontos desaparece mais rápido**
Retorno do pulso refletido	Visão	Todo o sistema vibrou, indicando energia em todos os pontos	Tato	Pulso com a mesma fase de emissão
Retorno do pulso refletido	Visão	Todo o sistema vibrou, indicando energia em todos os pontos	audição	Amortecimento mais rápido do sistema, mas sem identificar causa
Fase do pulso refratado	Visão	nenhum	Tato	Mesma fase do pulso emitido

*O pulso é perceptivelmente mais rápido e mais intenso se percebido pela mão, desconsiderando a cinestesia. Os alunos conheciam o conceito de energia cinética, o associaram com a velocidade, apenas, e a maior intensidade se justifica pela maior pressão pela redução de área de contato com a mão.

** Sendo contraditório à percepção de ganho de energia.

*** Remetendo-nos à quantidade de energia associada ao pulso (mais energia gasta para emitir o pulso).

b) Classificação dos perceptores sensoriais como analíticos ou sintéticos:

Evento	Perceptor utilizado	Classificação	Justificativa da escolha
Refração do pulso	Visão	Sintético	Age por varredura a todo momento, sem possibilidade do ponto a ponto
Refração do pulso	Tato	Analítico	Acesso a ponto único

Retorno do pulso refletido	Visão	sintético	Só analisa vários pontos por “momento de percepção”
Retorno do pulso refletido	Tato	Analítico	Um ponto de percepção
Fase do pulso refratado	Visão	Sintético, quando possível	A possibilidade refere-se a baixas velocidades, dentro da capacidade humana de cômputo.
Fase do pulso refratado	Tato	Analítico	Um ponto de percepção, mas com informação precisa.

9.3 - Tabelas relativas à atividade do item 7.4 -Atividade multissensorial de interferência de ondas em uma corda elástica: caso de alunos videntes

a) Perceptores sensoriais utilizados versus expectativa de uso (aula tradicional):

Evento	Perceptor usual	Significado físico para os alunos	Perceptor utilizado	Significado físico para os alunos
Encontro dos pulsos:mesma fase	Visão	Aumento da amplitude do pulso resultante	Tato	Força de maior intensidade média para segurar o elástico
Encontro dos pulsos:mesma fase	Visão	Pontos do elástico se movem	audição	Som mais intenso durante a interferência
Encontro dos pulsos:fases opostas	Visão	Anulação ou quase	Tato	Força de menor intensidade média para segurar o elástico
Encontro dos pulsos:fases opostas	Visão	Anulação ou quase	audição	Silêncio ou quase

Neste caso, somente o tato e a audição mantêm alguma relação com a energia associada à onda. Pela visão, a associação é indireta, pela aplicação de outros conceitos.

b) Classificação dos perceptores sensoriais como analíticos ou sintéticos:

Evento	Perceptor utilizado	Classificação	Justificativa da escolha
Encontro dos pulsos:mesma fase	Visão	sintético	Age por varredura
Encontro dos pulsos:mesma fase	Audição	Não se aplica	Mistura de informações de diferentes pontos por curto intervalo de tempo
Encontro dos pulsos:mesma fase	Tato	analítico	Só é possível perceber um ponto por vez
Encontro dos pulsos:fases opostas	Visão	sintético	Age por varredura
Encontro dos pulsos:fases opostas	Audição	Não se aplica	Falta de informação
Encontro dos pulsos:fases opostas	Tato	Analítico)	Só é possível perceber um ponto por vez.

9.4 - Tabelas relativas à atividade do item 7.5.1 – Atividade de reflexão em extremidade fixa

a) Perceptores sensoriais utilizados:

As colunas 2 e 3, perceptor usual e significado físico para os alunos, respectivamente, serão retiradas: dos 5 participantes, apenas um enxerga e sem eficiência suficiente do sentido da visão para perceber visualmente as atividades desenvolvidas.

Evento	Perceptor utilizado	Significado físico para os alunos
Movimento dos pontos do elástico durante a propagação	Tato	O movimento dos pontos é vertical*
Movimento dos pontos do elástico durante a propagação	Audição	A velocidade dos pontos é maior no início, assim que o pulso é emitido**
Velocidade de propagação	Tato	Proporcionalidade entre tração e velocidade
Velocidade de propagação	Audição	Maior velocidade = som mais intenso no início e mais duradouro***
Incidência do pulso na extremidade fixa	Tato	É percebido um puxão/tranco no sentido da fase
Reflexão do pulso na extremidade fixa	Tato	É percebido um puxão/tranco no sentido contrário ao primeiro

*Nesse caso, perpendicular à direção de propagação.

** Isso nos remete ao rápido amortecimento do pulso.

*** Remetendo-nos à quantidade de energia associada ao pulso (mais energia gasta para emitir o pulso).

Embora os resultados obtidos tenham sido basicamente os mesmos quanto às percepções pelo uso dos sentidos, os alunos cegos não conseguiram demonstrar a forma de uma onda transversal. Ao falar sobre o tema, muitos alunos videntes relataram usar a imagem, mentalmente ou em registro visual, de uma onda transversal antes de falar sobre o fenômeno ondulatório. Não temos base para afirmar que tal lembrança seja apenas um auxiliar mnemônico, mas questionamos se conhecer a forma padrão da onda melhora o entendimento do aluno sobre o tema e as grandezas envolvidas.

b) Classificação dos receptores sensoriais como analíticos ou sintéticos:

Evento	Receptor utilizado	Classificação	Justificativa da escolha
Movimento dos pontos do elástico durante a propagação	Audição	Sintético, aplicável somente com o elástico bem tracionado	Pela maior energia inicial ainda é possível perceber um som vindo de diferentes direções enquanto o pulso é amortecido
Movimento dos pontos do elástico durante a propagação	Tato	analítico	O impacto entre elástico e mão só pode ser feito ponto a ponto
Velocidade de propagação do pulso	Audição	Não se aplica	A informação é descontínua e sofre interferência externa por “eco”.
Velocidade de propagação do pulso	Tato	Analítico (com um ponto de análise)	Para um mesmo deslocamento é possível perceber aumento ou redução do tempo, sem precisão.
Incidência do pulso na extremidade fixa	Tato	analítico	Percepção em ponto único
Reflexão do pulso na extremidade fixa	Tato	analítico	Percepção em ponto único
Inversão de fase	Tato	Analítico	O “tranco” de chegada possui sentido contrário ao de saída

9.5 - Tabelas relativas à atividade do item 7.5.2 – Atividade multissensorial de interferência de ondas

a) Receptores sensoriais utilizados:

Evento	Receptor utilizado	Significado físico para os alunos
Passagem da mão ao longo do elástico com paradas e variações na vertical	Tato	O movimento dos pontos é vertical e a velocidade muda conforme a reta vertical
Passagem da	Tato	A altura máxima

mão ao longo do elástico com paradas, permitindo apenas leves toques na parte superior		dos pontos é variável
Movimento contínuo das ondas	Audição	Algo em movimento com regularidade

b) Classificação dos perceptores sensoriais como analíticos ou sintéticos:

Evento	Perceptor utilizado	Classificação	Justificativa da escolha
Passagem da mão ao longo do elástico com paradas e variações na vertical	Tato	analítico	Embora a palma da mão compreenda um conjunto de pontos, ela é pequena em relação ao tamanho do elástico. Além disso, só permite análise de uma pequena região por vez de forma similar ao ponto a ponto
Passagem da mão ao longo do elástico com paradas, permitindo apenas leves toques na parte superior	Tato	analítico	
Movimento contínuo das ondas	Audição	sintético	Percepção de estímulos diversos em diferentes regiões*

* O local deve possuir características que evitem eco. Em sala de aula regular, os alunos uniformizados cumprem esse papel pela absorção das ondas sonoras.

9.6 – Identificação de vantagens e desvantagens de cada perceptor sensorial utilizado nas atividades de 7.2 a 7.5.2

A partir dos dados apresentados na tabela acima, corroboramos as afirmações de Soller (1999) e Camargo (2008, 2011 e 2012) sobre análises mais completas de fenômenos a partir de uma perspectiva além da visão.

Antes de definir qual o melhor perceptor sensorial de observação do fenômeno, e como este será utilizado, primeiro devemos definir o que pretendemos observar e a intenção da observação. Abaixo, segue relação de vantagens e desvantagens de cada sentido utilizado nas atividades.

a) Visão

Vantagens	Desvantagens
Percepção imediata de acontecimentos gerais	Não permite análises pontuais, salvo caso de olhos muitíssimos treinados. Ainda assim é restrito.
Proporciona comparação imediata de velocidades em diferentes pontos	Não estabelece relação direta com energia
	Não possibilita percepção do pulso refletido ou refratado para grandes velocidades
	Limitada por casos de considerável densidade linear ou baixo tracionamento.

b) Tato

Vantagens	Desvantagens
Percepção imediata de acontecimentos pontuais nas extremidades	Impossibilidade de explorar pontos fora da extremidade sem interferir na ocorrência do fenômeno
Facilidade de estabelecer relação indireta com energia associada ao pulso	A análise ponto a ponto fora da extremidade, pela interferência a cada toque, torna a atividade maçante pelo relato de alguns alunos
Fácil percepção da mudança ou não de fase para quem segura a extremidade onde ocorre a incidência	Necessidade de lembrar a todo momento os eventos anteriores no decorrer do processo de síntese das informações pontuais
Estimula a participação (é necessária participação ativa do aluno)	Atendimento a 3 alunos por vez, no máximo.
	A análise de pontos fora das extremidades dificulta a participação

	de alunos com dificuldade motora
--	----------------------------------

c) audição

Vantagens	Desvantagens
Possibilita avaliar a velocidade relativa entre o ar e pontos do elástico	Só é possível para altas velocidades e com corda de considerável densidade linear
Percebe com clareza as interferências na parte central do elástico	O amortecimento do pulso torna a percepção sonora muito curta

Todos os sentidos aqui apresentados possuem mais desvantagens que vantagens, quando analisados individualmente. O somatório de estímulos fornece vantagens, de tal modo que a vantagem de um se superpõe à desvantagem do outro. A análise completa do fenômeno só é possível realizando-se a transição do sintético para o analítico e vice-versa, de forma consciente, conforme necessidade de análise.

9.7 – Análise do episódio 8.1: Conversão entre escalas termométricas

Ocorrência	Instante aproximado	Área do corpo utilizada	Autonomia
Localização de dados acima de uma das representações de termômetros	8:28	Ponta do dedo	Parcial
Idem para o termoscópio	9:09	Ponta do dedo	Parcial

graduado na escala Kelvin			
Ensinando videntes a diferenciar caixa alta da letra K	9:57	Ponta do dedo	Não se aplica Tato mais preciso que a visão para essa função
Identificação do segundo ponto fixo fundamental na escala Celsius	10:38	Ponta do dedo	Parcial
Identificação das equações e início respectivas leituras nos numeradores	16:24	Ponta do dedo	Parcial
Leitura de todas as equações por completo	17:00	Ponta do dedo	Zero: A 3 Parcial: demais alunos
A 3 consegue acompanhar os demais	18:28	Ponta do dedo	Não se aplica
Início da leitura em voz alta da equações do modo vidente	20:30	Ponta do dedo	Plena

Diálogo dos alunos lendo as equações impressas em relevo em linguagem escrita em formato usual de videntes:

Tato – Todo mundo aí achando as equações de conversão...

A1 – É essa aqui? (apontando com o dedo)

Tato – É. Vamos fazendo a leitura para as colegas tentarem acompanhar. A2 vai passando o dedo e lendo pra elas.

A2 – Tc menos zero.

Tato – Opa! Não, não, não.

A2 – Ué, não é aqui não?

Tato – Tc menos zero, você leu certo, só que tem uma coisa, não é aí que você para a sua leitura. Se você reparar bem, embaixo do Tc... Todo mundo tem aí um Tc menos zero?

Alunos – Sim.

Tato – Embaixo do Tc menos zero tem um traço, não tem?

Alunos – Tem. Cem menos zero.

Tato – Então, Tc menos zero sobre...

Alunos – Cem...

Tato – Cem menos zero. Ai você volta pra cima, igual...

A4 – A TF...

Tato – E agora no sentido, perceba, eu estou tentando convencer vocês a ler da mesma forma que um vidente só pra facilitar a localização de vocês dentro de sala de aula.

Tudo bem? Todo mundo conseguiu ler?

Alunos – Sim.

Tato – A3? (dúvida exposta por expressão facial e tom de voz modificado)

A3 – Me perdi um pouco.

Tato – Se perdeu um pouco? Deixa eu te dar uma ajudinha aqui. Peraí.

[Professor dirige-se até o aluno para auxiliá-lo na leitura]

T – Tc menos cem localizou? Tem uma barra aqui que indica divisão, sobre cem menos zero. Ai você volta para cima, passou da barra, não passou? Sinal de igual joga ali de novo. (guiando o dedo indicador)

A3 – Aaaah!

Nesse primeiro contato, a autonomia parcial foi algo melhor que o esperado. A expectativa inicial era de guiar a mão dos estudantes a todo momento, entretanto eles reagiram bem diante de instruções por voz.

9.8 - Análise do episódio 8.2: Resolução de um exercício de óptica

Ocorrência	t	Área do corpo utilizada	Autonomia
Encontra h e h 2 sem relacionar com o desenho em si	00:54	Ponta do dedo	Plena: A 1 e A 2 Parcial: A 3 e A 4

Necessidade de especificar que descer era para baixo	2:33	Ponta do dedo	Parcial
	2:58	Ponta do dedo	Parcial
	4:04	Ponta do dedo	Parcial
A 2 não relacionou que o sol não estaria para o alto, acima do chão. Seguiu o raio em qq direção?	6:35	Ponta do dedo	Plena
Identificação da extremidade do objeto oposta ao chão	7:44	Ponta do dedo	Plena
Identificação da trajetória do raio de luz até o chão	8:29	Ponta do dedo	Plena
Identificação de ângulos usando as duas mãos ao mesmo tempo/pontas dos dedos	9:01	Pontas dos dedos	Parcial
	9:20	Pontas dos dedos	Parcial
Leitura de equação armada em linguagem matemática com estrutura empírica típica de videntes. Ressalta-se que sucedeu a aula de termometria	10:30	Ponta do dedo	Plena

Recorte da aula que justifica as classificações de área utilizada e autonomia:

A2 – Que simbologia é essa?

Tato – Que simbologia?

A4 – É.

Tato – Sei lá...

A2 – Tem um H e depois tem o número dois.

Tato – É um H2.

A2 – Ah, H2...

A4 – H ' [h linha]. Não é H '?

A2 – H ' [risos].

Embora A2 tenha encontrado a letra H, utilizada para representar a altura do prédio, não conseguiu atribuir significado. Quando A4 utiliza “H” rindo, está imitando uma piada que provavelmente ouviu em sala de aula regular. A relação entre H2 e H’, nesse caso, mostrou-se evidente para a aluna: existe um H, agora tem um H’ e de alguma forma eles vão se relacionar.

Um momento interessante observado foi a dificuldade de os alunos executarem a instrução verbal “para baixo”, sem o auxílio de pontos colineares perpendiculares à base da folha de papel retangular. Retornando ao vídeo da aula de termometria, essa dificuldade não foi identificada, mas existiam três conjuntos de pontos colineares perpendiculares à folha de papel. Primeiro as mãos foram a uma das retas, depois a instrução “para baixo” foi seguida. Nesse momento, surge uma dúvida: os alunos usam a reta como auxiliar da construção do pensamento ou simplesmente como guia?

Uma dificuldade similar foi encontrada em A2:

A2 – Isso é um raio de luz, não é?

Tato – Isso aí é a representação de um raio de luz que vem do sol. Levando em consideração que isso é uma imagem, na imagem de vocês agora, apontem com o dedo indicador para onde estaria o Sol, já que o raio de luz está aí? A3 acertou que eu vi, A4 acertou que eu vi. Pra onde A2? Pra onde? Já tá apontando pro Sol? Matheus, cadê? Aponta pro Sol, Matheus. Pra onde tá o Sol nessa figura?

A2 – Pra cá [indica com as mãos].

Tato – Aponta aí, pra onde? Aí é a continuidade do chão.

A2 – Aí, caraca.

Tato – Vai com o dedo na cabeça. Volta lá. Matheus, com o dedo na cabeça do objeto. Isso. A luz não está indo da cabeça do cara até o chão? Sim ou não?

A2 revelou um aspecto muito importante: da mesma forma que foi detectada a dificuldade de indicar “para baixo” na convenção em papel, A 2 sentiu também dificuldade de indicar onde é o “para cima”. No mundo dos videntes, nem que seja por mera replicação, o aluno identifica “para cima” e “para baixo”, embora dificuldades sejam encontradas quando é exigido do aluno que ele mesmo represente o “para baixo” por meio de um vetor.

A identificação imediata de “para baixo” é revelada com o aluno apontando para baixo, indicando não identificação da representação em papel.

9.9 Análise do episódio 8.3 (caso com 4 alunos cegos [A1, A2, A3 e A4] que já participavam de atividades de transposição da estrutura empírica da linguagem)

Ocorrência	T	Área do corpo utilizada	Autonomia
Identificação dos raios de luz entrando na câmara escura	1:23 1:40	Ponta do dedo	Parcial
Identificação dos ângulos com os alunos	2:10 3:40	Ponta do dedo	Plena
Identificação da fração em linguagem de vidente	4:10 4:30	Ponta do dedo	Plena
Localização do objeto localizado em frente câmara	12:33	Ponta do dedo	Parcial
Demonstração com barbante das direções dos raios de luz após uma reflexão difusa em um pequeno conjunto de pontos	15:00 A 19:00	Outras artes do corpo além da mão, mesmo envolvendo cinestesia.	Zero
Leitura da palavra objeto na direção vertical ²⁸		Ponta do dedo	Plena: A3 Parcial: A 2 e A 4 Zero: A1

²⁸ Não é um hábito entre usuários do sistema Braille de escrita

9.10 – Análise do episódio 8.3 com uma aluna cega que não fazia parte do grupo

Ocorrência	T	Área do corpo utilizada	Autonomia
Identificação dos raios de luz entrando na câmara escura	1:28 1:50	Ponta do dedo	Zero
Identificação dos ângulos com os alunos	2:30 4:00	Ponta do dedo	Zero
Identificação da fração em linguagem de vidente	5:00 5:20	Ponta do dedo	Zero
Localização do objeto localizado em frente câmara	6:00	Ponta do dedo	Parcial
Demonstração com barbante das direções dos raios de luz após uma reflexão difusa em um pequeno conjunto de pontos	8:10 a 9:53	Outras artes do corpo além da mão, mesmo envolvendo cinestesia.	Zero
Leitura da palavra objeto na direção vertical ²⁹		Ponta do dedo	parcial

Em termos comparativos, a aluna que nunca teve contato com materiais impressos da forma como os demais alunos do grupo de pesquisa, praticamente não foi percebida autonomia na percepção de dados.

9.11 – Análise do episódio 8.4 : Tipos de reflexão luminosa

Reflexão especular ou regular

Ocorrência	T	Área do corpo utilizada	Autonomia
Percepção do desenho sendo grafitado	0:35	Ouvido	Não se aplica
Localizando a folha com tipos de reflexão	1:03	Ambas as mãos	Plena
Identificando raios paralelos entre si chegando à superfície	3:00	Dedo indicador da mão esquerda (ideia de A 3)	Zero: A1, A2 e A4 Parcial: A3
Identificando os raios após a reflexão	3:30	Dedo indicador da mão direita	Zero (não conseguiram por terem tentado com a mão esquerda)
Tentativa de explicar por palavras a reflexão difusa no cotidiano (fenômeno fundamental visual)	6:42	Não se aplica	Não se aplica
Alunos identificam os raios luminosos incidentes sobre a superfície plana horizontal	8:00	Ambos os dedos indicadores por inteiro, variando conforme lado analisado.	Plena

Reflexão difusa

Ocorrência	T	Área do corpo utilizada	Autonomia
Identificação dos raios incidentes e refletidos	8:00 10:00	Ambos os dedos indicadores, variando conforme lado do papel (esquerda/direita) analisado	Parcial
Identificação de informações escritas Abaixo do desenho e relacionadas ao mesmo	11:00	Ponta do dedo	Plena

O intervalo de tempo necessário não evoluiu desde a última atividade, embora nesse caso os alunos “gastaram” tempo experimentando uma forma de percepção do fenômeno usando o dedo por inteiro, usando o sentido do tato como sintético. Nesse caso específico, o uso do tato como sentido sintético mostrou-se mais eficiente em relação ao seu uso como analítico. Na opinião dos pesquisadores, por uma questão de parametrização entre os pontos possibilitada apenas pela varredura.

Usar o tato como analítico seria comparável, para um vidente, a ver as retas ponto a ponto para depois tentar identificar o paralelismo.

9.12 – Análise do episódio 8.5: imagens conjugadas em um espelho plano

Ocorrência	T	Área do corpo utilizada	Autonomia
Identificação de um ponto objeto real em frente a um espelho plano	19:00	Ponta do dedo	Parcial
Identificação de dois raios de luz a partir do ponto objeto	20:00	Ponta do dedo	Parcial: A1, A3 e A4 Zero: A2
Identificação dos raios refletidos não perpendiculares ao espelho	21:00	Ponta do dedo	Parcial: A 1, A 2 e A 4 Zero: A 3
Acompanhar o prolongamento dos raios refletidos	23:00	Ponta do dedo	Parcial: A 1 e A 2 Zero: A 3 e A 4
Localização de dois triângulos formados entre os raios luminosos, seus prolongamentos e o espelho	25:00	Todas as pontas de dedos de ambas as mãos em processo de varredura	Parcial
Contagem de pontinhos entre P e P'	26:00 30:00	Pontas dos indicadores	Parcial (A 1 com dificuldade no final)
Tentativa de estabelecer uma relação entre e p'	30:00 34:00	Pontas dos indicadores	Parcial: A 2 e A 4 Não conseguiram: A 1 e A 3

O maior desafio detectado foi o de usar os pontos em relevo como parâmetro de distância. Algo aparentemente natural mostrou-se uma barreira considerável que não foi dada como resolvida após a atividade. Os alunos relataram nunca ter feito isso antes.

Parte da estranheza veio pela comparação entre o intervalo de tempo com algo completamente novo e algo conhecido parcialmente: os alunos mostraram-se mais ágeis para aprender um procedimento novo em material totalmente desconhecido que com algo corriqueiro com material conhecido.

O atividade envolvendo distâncias e conceitos geométricos não mostraram-se eficientes para resolver o problema da formação de imagem em espelhos.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apontado na introdução deste trabalho, constatamos, de um modo geral, que se privilegiam atividades voltadas para o uso da visão no ensino de Física. Tal constatação remete a todo um processo histórico de ensino, em um sistema educacional pelo qual passaram os professores que se encontram em sala de aula e, salvo exceções, não se preocupam em contemplar alunos sem acesso a informações visuais.

Como citado anteriormente, podemos mesmo questionar a validade da necessidade da percepção visual, considerando que há alguns fenômenos físicos que não são visíveis (CAMARGO, 2008) e que podem até mesmo ser obstáculos epistemológicos (SANTOS, 2001). Visíveis são as representações desenvolvidas com a intenção de comunicar e interpretar esses fenômenos e, no processo de “como representar”, podemos criar novas representações sem estímulos visuais.

Considerando a análise das aulas ministradas com a proposta de diversificação da estrutura empírica da linguagem abordada, registramos evidências de melhor aproveitamento escolar por alunos que enxergam, por meio de construções táteis, assim como Cambuhy (2013) deparou-se com melhor aproveitamento escolar por alunos ouvintes, ao abordar a inexistência de certas representações/sinais em LIBRAS. Ambos os casos remetem ao problema de formas de representação ainda não pensadas e tampouco padronizadas em território nacional.

O rompimento com as aulas tradicionais baseadas em linguagem de estrutura empírica audiovisual é não só possível, como indicada, quando o objetivo é a inclusão de alunos com deficiência visual.

Nas aulas em que os fenômenos abordados não são visuais, mas apenas as representações usuais o são, a linguagem de estrutura empírica tátil-visual pode ser empregada concomitantemente com a linguagem de estrutura empírica audiovisual. A diferença de tempo em função das características dos sentidos foi superada conforme os alunos se adaptaram

com as impressões de imagens em relevo, ou seja, uma análise do “todo ao ponto” ou do “ponto a ponto ao todo” requerem basicamente o mesmo intervalo de tempo em sala de aula.

Nas aulas em que os fenômenos abordados são visuais, a parte tátil da linguagem de estrutura empírica tátil-visual interdependente, com as impressões em relevo, não foi suficiente, demandando outros recursos, como barbante, bolas de isopor etc. O maior tempo se justifica até por pré-requisitos que envolvem a cognição relativa às representações visuais. Todavia, um pouco mais de tempo no processo de aprendizagem não constitui um problema comprometedor para as classes regulares.

Em ambos os casos, mostrou-se que limitações de aprendizagem dos conceitos físicos pela estrutura empírica da linguagem com origem na deficiência visual não são cabíveis no ambiente escolar, bastando que as necessidades educacionais especiais sejam respeitadas.

A proposta de diversificação de recursos sensoriais pretende atender às demandas de alunos com e sem deficiência visual em um mesmo espaço escolar. Inicialmente pensados para alunos com deficiência, tais recursos proporcionam diversidade na "experimentação" da representação de um fenômeno e, além de tornarem as aulas mais interessantes, ampliam as possibilidades de uso dos sentidos humanos na construção de modelos mais complexos, ultrapassando os limites da visão.

Espera-se que a multissensorialidade ou diversificação sensorial seja pensada enquanto metodologia de interação com o mundo de forma mais ampla.

BIBLIOGRAFIA

ASSIS, A.K.T.. & CHAIB, J.P.M.C.. **A Eletrodinâmica de Ampère**. São Paulo: Editora Unicamp, 2011.

ARIEW, R. “**Descartes e o Escolasticismo: O Pano de Fundo Intelectual do Pensamento de Descartes**”. In: COTTINGHAM, John. (org.) *Descartes*. Aparecida, SP. Ideias e Letras, 2009.

ATLAN, Henry. **Nem tudo é Genética: Rumo a novos paradigmas em Biologia**. São Paulo: INRA, 1999.

AZEREDO, José Carlos de. **Gramática Houaiss da Língua Portuguesa**. São Paulo: Publifolha, 2008. 2. ed

BARDIN, L.. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições70, 1977.

BERNARDO, G.. **Redação Inquieta**. Rio de Janeiro: Editora Rocco, 2007.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9394, 20 de Dezembro de 1996.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, Senado, 1988.

CAMARGO, E.P.. **Ensino de Física e Deficiência Visual: dez anos de investigação no Brasil**. São Paulo: FAPESP, 2008.

_____. **Ensino de Óptica para Alunos Cegos: Possibilidades**. Curitiba: Editora CRV, 2011.

_____. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física**. São Paulo: UNESP Editora, 2012. 1º ed

CAMBUHY/SILVA, J.F. **O ensino de Física com as mãos: libras, e inclusão**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CAMILO, Juliano; MATTOS, Cristiano. *Educação em Ciências e a Teoria da Atividade Cultural-Histórica: Contribuições para a Reflexão Sobre Tensões na Prática Educativa*. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, 2014.

CHARAUDERAU, Patrick. **Linguagem e Discurso: modos de organização**. São Paulo: Contexto, 2008.

CHIZOTTI, Antônio. **Pesquisa Qualitativa em Ciências Humanas e Sociais**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2014.

DEMO, Pedro. **Pesquisa Participante: saber pensar e intervir juntos**. Brasília: Líber Livro, 2004.

DESCARTES, R.. **O Discurso do Método**. Porto Alegre: L&PM, 2006.

DESCARTES, Renee. **Dioptica**. São Paulo: Scientiae Studia, v.8, n.3, p.451-86, 2010. Tradução de José Portugal dos Santos Ramos revisado por Pablo Rubem Mariconda.

DUARTE, N. A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação. In: **PERSPECTIVA**, Florianópolis, v. 20, n. 02, p.279-301, jul./dez. 2002

ENGESTRÖM, Yrjö. Expansive Learning at Work: Toward an Activity Theoretical Reconceptualization. In: **Journal of Education and Work**, vol.14, No 1, 2001.

FEYERABEND, P.. **Contra o Método**. São Paulo: UNESP, 2007.

FIEDLER-FERRARA. Nelson. “Quando o Todo é mais sagaz que a soma de suas partes”. In: **Scientle Studia**, São Paulo, v.3, n.2, p. 323-37, 2005.

FREIRE. Paulo. **A Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo:Paz e Terra, 1996

GOLDMAN, Emma. **O indivíduo, a sociedade e o estado, e outros ensaios**. São Paulo: Hedra, 2007.

HEISENBERG,Werner. **A Parte e o Todo**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

KATO, M.. **No Mundo da escrita: Uma Perspectiva Sociolinguística**. São Paulo: Ática, 2002.

JOHNSON, Steven. **Emergência: a vida integrada de formigas, cérebros, cidades e softwares**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003.

LAVARDA, S.T.F. & BIDARRA, J.. **Dêixis como um “complicador/facilitador” no Contexto Cognitivo e Linguístico em Ambiente Educacional Face aos Alunos com Deficiência Visual**. In: *ev. Bras. Ed. Esp., Marília, Set.-Dez. 2007, v. 13, n.3, p.309-324.*

LEMKE, J.L. **Aprender a Hablar Ciência: language, aprendizaje y valores**. Barcelona: Paidós, 1997.

LEONTIEV, A.N.. O problema da origem da sensação. In: Problemas do Desenvolvimento da Mente, pp. 7-53. Moscou: **Progress Publishers**, 1981.

LIBÂNEO, J.C.. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov. In: **Revista Brasileira de Educação Especial**, 2007, nº27.

LIRA, M.C.F. & SCHLINDWEIN, L.M.. A Pessoa Cega e a Inclusão: Um Olhar a Partir da psicologia histórico-cultural. In: **Cad. Cedes**, Campinas, vol. 28, n. 75, p. 171-190, maio/ago. 2008 Disponível em <http://www.cedes.unicamp.br>

GALILEU, Galilei. **Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano**. Galileu Galilei ; Tradução, Introdução e notas por Pablo Rubem Mariconda. São Paulo:editora 34, 2011, 3 Ed.

GOLDMAN, Emma. ***O indivíduo, a sociedade e o estado, e outros ensaios***. São Paulo: Hedra, 2007.

MARICONDA, P.R.. O Diálogo de Galileu e a Condenação. In: **Caderno de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, Série 3, v. 10, n. 1, p. 77-160, jan.-jun. 2000.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**. v. 1, 2 e 3. São Paulo: Scipione, 2010.

MAZZOTTA, Marcos J.S.. Identidade dos Alunos com Necessidades Educacionais Especiais no Contexto da Política Educacional Brasileira, in: **Movimento: Revista de Educação da Universidade Federal Fluminense**, nº 7, Maio de 2003. p. 11-18

MOREIRA, M.A.. Aprendizagem Significativa Crítica. In: **Versão revisada e estendida de conferência proferida no III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de setembro de 2000. Publicada nas Atas desse Encontro, pp. 33-45, com o título original de Aprendizagem significativa subversiva.Publicada também em Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, nº 6, pp. 83-101, 2005, com o título Aprendizaje Significativo Crítico. 1ª edição, em formato de livro, 2005; 2ª edição 2010; ISBN 85-904420-7-1.

MONTAGU, A.. **Tocar: O significado humano da pele**. São Paulo: Summus, 1988.

MORIN, Edgar. **Ciência com Consciência**.14. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

MORIN, Edgar. **O método, vol.4. As ideias, seu habitat, sua vida, seus costumes, sua organização.** Rio Grande do Sul: Sulina, 1997.

NEWTON, Isaac. **PRINCIPIA: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural, Livro I.** São Paulo: Edusp, 2 edição, 2008.

_____. **PRINCIPIA: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural, Livros II e III.** São Paulo: Edusp, 2008 a.

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Física em contextos: pessoal, social e histórico: movimento, força, astronomia.** v. 1. São Paulo: FTD, 2011.

OLIVEIRA FILHO, K. & Saraiva, M.F.. **Astronomia & Astrofísica.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.

ORRICO, H.; CANEJO, E. & FOLGI, B.. Uma Reflexão Sobre o Cotidiano Escolar de Alunos com Deficiência Visual em Classes Regulares. In: **Educação Inclusiva: Cultura e Cotidiano Escolar**, Rio de Janeiro . 7letras, 2007.

PACHECO, José; et al.. **Caminhos para a inclusão: um guia para o aprimoramento da equipe escolar.** Porto Alegre: Artmed. 2007.

PEDROSA, Israel. **Da Cor à Cor Inexistente**, Rio de Janeiro: Léo Christiano Editorial LTDA/EDUFF, 9^oEd., 2002.

PERRENOUD, P.. **Dez Novas Competências para Ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

PINO, A.. **As Marcas do Humano: as origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev Vigotski.** São Paulo: Cortez, 2005.

POPPER, K.R.. **A Lógica da Pesquisa Científica.** São Paulo: Editora Cultrix, 16^o Ed, 2008.

RIDLEY, Matt. **As origens da virtude: As origens biológicas da solidariedade.** Rio de Janeiro: Record, 2000.

RIVAL, Michel. **Os grandes experimentos Científicos.** Rio de Janeiro: Zahar Ed, 1997.

SACKS, Oliver. **Um Antropólogo em Marte: sete histórias paradoxais.** São Paulo, Companhia das Letras, 2006.

SAMIS, Alexandre R.. ***Minha Pátria é o Mundo Inteiro: Neno Vasco, o anarquismo e o sindicalismo revolucionário em dois mundos.*** Lisboa: Livraria Letra Livre, 2009.

SANCHES, Pilar Arnaiz. A Educação Inclusiva: Um Meio de Construir Escolas Para Todos no Século XXI, in: **INCLUSÃO: Revista de Educação Especial**, outubro de 2005, acessado em <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/inclusão.pdf> outubro de 2008.

SANTOS, L.T. . **O Olhar do Toque: Aprendendo com o aluno cego a Tecer o Ensino de Física.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SANT'ANNA, Blaidi et al. **Conexões com a Física. v. 1, 2 e 3.** São Paulo: Moderna, 2010.

SEMINOTTI, N. & Alves, M.C.. O Pequeno Grupo e o Paradigma Da Complexidade Em Edgar Morin. In: **Psicologia USP**, 2006, 17(2), 113-133.

SILVA, Marcos Vinicius Miranda da & BERMANN, C. O reducionismo como barreira para as análises e compreensão dos sistemas energéticos. In: **X Congresso Brasileiro de Energia. A universalização do acesso à energia.** Rio de Janeiro: Chivas Produções, 2004. v. III. pp. 1636-1643

SOLER, M. A. **Didáctica multisensorial de las ciências.** Barcelona, Ediciones Paidós Ibérica, S.A, 1999.

TATTERSALL, J.. Nicholas Saunderson: The Blind Lucasian professor. In: **Historia Mathematica** 19(4), p. 356-370, 1992.

TORRES, Carlos Magno A. ; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Física: Ciência e Tecnologia. v. 1, 2 e 3.** 2.ed. São Paulo: Moderna, 2010.

VIGOTSKI, L.S.. **Obras Escogidas V: Fundamentos de Defectologia.** Moscou: Editorial Pedagógica, 1983.

VIGOTSKI, L. S.. **Pensamento e Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2005.

VIGOTSKI, L. S.. **A construção do Pensamento e da Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2010.

VIGOTSKI, L. S.. **Psicologia e Pedagogia.** São Paulo: Martins Fontes, 2004.

VIGOTSKI, L. S.. Psicologia Concreta do Homem. In: **Educação & Sociedade**, ano XXI, nº 71 julho/00.

ZANELLA, Andréa Vieira. atividade, significação e constituição do sujeito: considerações à luz da psicologia histórico-cultural . In: **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 9, n. 1, p. 127-135, 2004.