

Beatriz Biagini

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
COM CRIANÇAS CEGAS E VIDENTES EM PEQUENOS
GRUPOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Educação Científica e Tecnológica

Orientador: Prof. Dr. Fábio Peres Gonçalves

Florianópolis
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Biagini, Beatriz
Atividades Experimentais com crianças cegas e videntes
em pequenos grupos / Beatriz Biagini ; orientador, Fábio
Peres Gonçalves - Florianópolis, SC, 2015.
189 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas.
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Experimentação. 3.
Cegos e Videntes. 4. Anos Iniciais do Ensino Fundamental.
I. Peres Gonçalves, Fábio. II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação
Científica e Tecnológica. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**“Atividades experimentais com crianças cegas e videntes
em pequenos grupos”**

Dissertação submetida ao
Colegiado do Curso de Mestrado
em Educação Científica e
Tecnológica em cumprimento
parcial para a obtenção do título
de Mestre em Educação Científica
e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 30 de março de 2015

Fábio Peres Gonçalves (Orientador - CFM/UFSC)

Éder Pires de Camargo (Examinador - UNESP)

Adriana Mohr (Examinadora - CED/UFSC)

José Francisco Custódio Filho (Examinador - CFM/UFSC)

Juliana Cardoso Coelho (Suplente - UFSC)

Carlos Alberto Marques

Coordenador do PPGECT

Beatriz Biagini

Florianópolis, Santa Catarina, 2015.

À memória de meus pais, Bruno e Jovelina.

À pequena Teresa, meu grande amor.

Aos meus alunos.

AGRADECIMENTOS

É aqui o espaço em que me cabe deixar abraços e agradecimentos àqueles que participaram desta aventura. Na pressa da partida, os abraços são mais breves do que o sentimento que levo comigo.

Ao professor Fábio, meu orientador.

Ao André Berté, que me apoiou de modo inestimável.

À Teresa, minha filha.

Aos meus pais e irmãos. Sobretudo aos meus pais, que tanto incentivaram os meus estudos.

À Dona Nair e ao Edu, que contribuíram de modo especial, dividindo comigo e André os cuidados com Teresa.

Aos meus colegas de curso, que fizeram o caminho ser mais bonito. De modo especial, à Renata Guaita, jovem e aflita companheira. À Larissa Zancan, que me inspira. À Ivanie Voos, que é grande e não sabe. À Simone Ribeiro, minha amiga prendada.

Aos meus professores no PPGECT. Em especial ao Demétrio, cuja importância em minha formação torna injustas as minhas tentativas de lhe agradecer com palavras. Também ao Pinho, por seu jeito de ensinar a perguntar.

Ao Eder Pires Camargo, José Francisco Custódio Filho e Adriana Mohr, que participaram da análise do projeto e da banca examinadora. À Juliana Cardoso Coelho, pela participação na banca examinadora.

Às professoras e crianças envolvidas na pesquisa, com as quais muito aprendi sobre ensinar, aprender e investigar.

À tia Maria Teresa eu agradeço pelas aulas de língua portuguesa quando eu era criança e pelas lições ao longo da dissertação.

Ao Maurício Muniz e ao Chico Rocha, pela força com as gravações.

À Márcia Cunha, que me encanta com sua espirtuosidade e que cedeu materiais do Projeto Reciclagem de Papel (PRO-REPA) para uma das atividades experimentais desenvolvidas na pesquisa.

Ao Demian Machado e à Juliana Guimarães Biagini, que me ajudaram de um modo que só nós sabemos.

Aos profissionais do CAP, que, gentilmente, fizeram as impressões em braille.

À Secretaria Municipal de Educação de Florianópolis, que autorizou a pesquisa em uma unidade escolar.

À CAPES, que me concedeu bolsa em tempo integral.

Finalmente, aos meus caros alunos, que me desafiaram, que me tiram o sono e que me fazem sonhar.

Sei que o ensino não é a alavanca para a mudança ou a transformação da sociedade, mas sei que a transformação social é feita de muitas tarefas pequenas e grandes, grandiosas e humildes! Estou incumbido de uma dessas tarefas.

(Freire e Shor, 1986)

RESUMO

Nesta pesquisa buscou-se caracterizar as contribuições e limites de uma proposta metodológica de experimentação para o ensino e aprendizagem em Ciências da Natureza de estudantes com cegueira e videntes dos anos iniciais do ensino fundamental. A proposta de experimentação foi desenvolvida a partir de aspectos destacados na literatura como relevantes a esse tipo de atividade, aqueles considerados favorecedores da participação de estudantes cegos com autonomia e de um estudo piloto. O trabalho em pequenos grupos recebeu atenção particular, considerando a necessidade de intervenção docente para que fosse realizado de modo cooperativo. Foram tomados como objeto de análise as contribuições e os limites da proposta para a aprendizagem de conceitos das Ciências da Natureza e de conhecimentos relacionados ao trabalho em grupo. O desenvolvimento da proposta de experimentação ocorreu em uma turma do 3º ano do ensino fundamental, com a realização de videografações das aulas, registros da pesquisadora em diário de aula e registros dos estudantes em atividades. Foram 4 experimentos, desenvolvidos ao longo de 7 encontros. A obtenção de informações qualitativas esteve centrada em um pequeno grupo da referida turma, constituído por 3 estudantes videntes e um cego. Como metodologia analítica optou-se pela Análise Textual Discursiva. Dentre os resultados identificamos que a proposta apresenta aspectos potencialmente favorecedores da aprendizagem de atitudes, tais como a tolerância, o respeito, a cooperação e a boa disponibilidade para com as necessidades dos demais. O mesmo se pode dizer em relação à aprendizagem de habilidades sociais relacionadas ao trabalho em pequenos grupos. A realização da parte procedimental dos experimentos apresentou desafios não superados. Para alguns dos estudantes, a dificuldade esteve em favorecer que assumissem uma postura reflexiva na qual o centro de interesse se localizasse na busca pela compreensão dos fenômenos e não em sua dimensão concreta (com seus atrativos estéticos). Para um dos estudantes (o cego) a própria execução dos procedimentos e observações apresentou dificuldades, ainda que não demandassem necessariamente o sentido da visão — o que interpretamos estar relacionado, dentre outros fatores, às suas habilidades perceptivas. Em relação ao ensino e aprendizagem de conhecimentos de Ciências da Natureza, a proposta apresentou limites para a apreensão dos conhecimentos iniciais dos estudantes e para a promoção de debate de ideias no pequeno grupo. Os limites identificados também se relacionam a outros fatores, tais como os

conhecimentos dos estudantes sobre como trabalhar em pequenos grupos; as compreensões que tiveram dos objetivos das atividades, por vezes incoerentes com as intenções docentes; o modo como a pesquisadora — atuando como professora — orientou as atividades, nem sempre conseguindo empreender o que se propôs para as mesmas. A partir das contribuições e limites identificados na análise foi possível sinalizar perspectivas para o trabalho com experimentos em pequenos grupos em coletivos como o investigado.

Palavras-chave: Experimentação. Anos iniciais. Cegos. Videntes. Ensino de Ciências.

ABSTRACT

This research aimed to characterize the limits and contributions of a methodological proposal of experimentation for teaching and learning in Natural Sciences for sighted and blinded students of the early years of elementary school. The experimental proposal was developed from issues highlighted in the literature as relevant to this type of activity, those regarded as favoring the blind students participation with autonomy, and a pilot study. The work in small groups get particular attention, considering the need for teacher intervention to be carried out cooperatively. The limits and contributions of the Natural Sciences concepts learning proposal were taken as analysis object, and also group work related knowledge. The experimental proposal development occurred in a third year class of elementary school, with video recording of the classes, researcher records in the class journal and students records in daily activities. Four experiments were developed over seven encounters. The obtaining of qualitative information was centered in a small group of the said class, consisting of three sighted students and a blind one. As analytical methodology Discursive Textual Analysis was chosen. Among the results was identified that the proposal presents potentially favoring attitude learning aspects, like tolerance, respect, cooperation and a good openness to the others needs. The same can be said for the learning of social skills related to the work in small groups. The performance of the procedural portion of the experiments showed non overcome challenges. For some of the students, the difficulty was in favor that they take a reflexive attitude, wherein the focus of interest was located in the seek for the understand of the phenomena, and not in its concrete dimension (with its aesthetics benefits). For one of the students (the blind) the observations and procedures execution presented difficulties even if these do not demand the sense of sight – which we interpret to be related, among other factors, to their perceptive skills. Regarding the teaching and learning of Natural Sciences knowledge the proposal presented limits for the apprehension of the students initial knowledge and for promoting brainstorming in the small group. The identified limits are also related to other factors, like the students knowledge about working in small groups; their understanding of the activities goals, sometimes inconsistent with the teachers intentions; the way the teacher — acting as teacher — guided the activities, not always managing to undertake what was proposed for them. Based on the contributions and limitations identified in the analysis it was possible to

signal prospects for the work with work in small groups in collectives as the investigated.

Keywords: Experimentation. Early years. Blind. Sighted. Science Teaching.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Panorama das atividades experimentais desenvolvidas na pesquisa.....	75
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

PMF – Prefeitura Municipal de Florianópolis

GFP – Gerência de Formação Permanente

RME – Rede Municipal de Ensino

CEPSH – Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	A EXPERIMENTAÇÃO E O ENSINO DE CIÊNCIAS PARA PESSOAS CEGAS E VIDENTES	31
2.1	EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: ANTIGAS CRÍTICAS E PROBLEMAS PERSISTENTES	31
2.2	EMPIRISMO COLORIDO: A AURA MÁGICA QUE ENVOLVE O LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS.....	35
2.3	NOVAS POSSIBILIDADES PARA A EXPERIMENTAÇÃO	38
2.3.1	As atividades investigativas.....	39
2.3.2	A experimentação e o Educar pela Pesquisa.....	45
2.3.3	A experimentação inspirada nos momentos pedagógicos	47
2.3.4	Prediga-Observe-Explique	51
2.4	A EXPERIMENTAÇÃO E A PARTICIPAÇÃO DE ESTUDANTES CEGOS	52
2.5	O TRABALHO EM PEQUENOS GRUPOS E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	56
2.6	O ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	61
2.7	SÍNTESE E ENCAMINHAMENTOS.....	64
3	SUJEITOS DA PESQUISA, OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES QUALITATIVAS, METODOLOGIA ANALÍTICA E PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO	67
3.1	PROCESSO INICIAL	67
3.2	APRESENTAÇÃO DOS ENVOLVIDOS NA PESQUISA.....	68
3.3	CONTRIBUIÇÕES DOS PROFESSORES DA TURMA NA ELABORAÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.....	70

3.3.1 As interlocuções com as docentes para construção da proposta e das atividades experimentais	71
3.4 OBTENÇÃO E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES QUALITATIVAS....	76
3.6 ESTUDO PILOTO: ATIVIDADE EXPERIMENTAL E ANÁLISE DAS INTERVENÇÕES	79
3.6.1 Atividade experimental: a reciclagem de papel.....	80
3.6.2 Análise do estudo piloto.....	81
3.6.2.1 Tomada de decisão no pequeno grupo	81
3.6.2.2 A disponibilidade para com as necessidades dos demais	84
3.6.2.3 Os conhecimentos iniciais dos estudantes	86
3.6.2.4 Aspectos sensoriais	90
3.7 PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO EM PEQUENOS GRUPOS ENVOLVENDO CRIANÇAS CEGAS E VIDENTES	94
4 CONTRIBUIÇÕES E LIMITES DE UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS	99
4.1 O TRABALHO COOPERATIVO NO PEQUENO GRUPO E OS EXPERIMENTOS.....	99
4.2 DIFICULDADES NO TRABALHO EM GRUPO ARTICULADO ÀS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	103
4.3 A DIMENSÃO CONCRETA DOS EXPERIMENTOS.....	113
4.3.1 Resistências do cego na realização dos procedimentos experimentais e observações.....	113
4.3.2 O obstáculo da experiência primeira	119
4.4 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE CONHECIMENTOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO.....	122
4.4.1 A apreensão e questionamento dos conhecimentos iniciais.....	122
4.4.2 O debate de ideias no pequeno grupo	127
4.4.3 O ensino e a aprendizagem de conhecimentos de Ciências da Natureza	129
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	134

REFERÊNCIAS	143
ANEXO A Principais sinais usados em uma transcrição de gravação de vídeo	155
APÊNDICE A Revisão da literatura nacional sobre Ensino de Ciências a estudantes com deficiência visual	157
APÊNDICE B Termo de Consentimento Livre e Esclarecido...	167
APÊNDICE C Plano de aula para o estudo piloto	171
APÊNDICE D Planos de aula das atividades experimentais desenvolvidas na pesquisa	177
APÊNDICE E Ilustrações em relevo usadas nos materiais disponibilizados aos estudantes.....	193

1 INTRODUÇÃO

A garantia e obrigatoriedade do ensino fundamental a todos os brasileiros tornam a escola um espaço para o encontro de diferenças. Diferentes cores, gêneros, classes sociais, religiões, hábitos culturais. Diferentes modos de ser e de estar no mundo, diferentes contradições e modos de percebê-las. Diferentes sonhos, vontades e valores que fazem da escola um caleidoscópio de muitas cores. Toda essa diversidade não deixa de ter consequências nos processos educativos: não é possível ensinar a todos pelos mesmos caminhos.

Com atenção para a realidade escolar brasileira, que encerra grande variedade de problemas a serem investigados, destacamos os estudantes cegos e as dificuldades que podem vivenciar nos processos de ensino e aprendizagem em Ciências da Natureza em instituições de ensino regular.

Há mais de meio século, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1961 (BRASIL, 1961) já sinalizava a participação de estudantes com deficiência nas instituições de ensino regular referindo-se ao direito dos “excepcionais”¹ à educação, preferencialmente dentro do sistema geral de ensino. No entanto, essa lei e outros documentos posteriores não implicaram necessariamente em uma reestruturação dos sistemas de ensino que pudesse garantir igualdade de acesso à escola regular e aos conhecimentos nela socializados (BRASIL, 2007).

Até recentemente, quando acessavam a espaços educativos, os cegos e os demais que possuíam diferenciações que demandassem atenção especializada eram atendidos majoritariamente em escolas especiais ou em classes especiais dentro de escolas regulares. Tal panorama vem se transformando acentuadamente nos últimos anos a partir de políticas educacionais voltadas à universalização do acesso desses indivíduos à escola pública regular (BRASIL, 2007; MELETTI; BUENO, 2011).

Indicadores sociais evidenciam a significativa elevação no número de matrículas na educação especial — modalidade de ensino que atende aqueles que possuem as chamadas deficiências sensoriais, físicas ou mentais, portadores de condutas típicas ou com altas habilidades/superdotação. De acordo com informações do Censo Escolar

¹ “Excepcional” foi a terminologia da época em referência a indivíduos que não se enquadravam em um padrão de normalidade. Ainda hoje existe grande discussão em relação à terminologia adequada para referir-se a pessoas com deficiência (inclusive a expressão “deficiência” pode ser questionada), estando o termo “excepcional” em desuso.

(BRASIL, 2002; 2012), em 2002 havia um total de 331.897 estudantes matriculados em escolas exclusivamente especializadas ou em classes especiais de escolas regulares. Esse número cai para 199.656 em 2012, um decréscimo de 40%. Por outro lado, as matrículas em classes comuns do ensino regular passaram de 110.704 para 620.777, um aumento em cerca de 560% em uma década. Essas informações indicam uma participação cada vez maior de sujeitos que até então apareciam timidamente no cotidiano das escolas regulares. Sujeitos que trazem consigo características com as quais grande parte da comunidade escolar teve raras oportunidades de interação.

Entendemos que o movimento de democratização do acesso à escola não assegura a participação dos estudantes nas práticas educativas. Modificações profundas em tais práticas, que as façam atender as demandas cognitivas de estudantes que fujam do que se considera “padrão de normalidade”, não são conquistadas por decreto.

Garcia (2006) critica a política de educação especial brasileira, acusando seu insucesso em promover transformações nos processos de ensino e aprendizagem. Dentre outros problemas, a pesquisadora aponta que o discurso do “reconhecimento das diferenças”, presente nas discussões políticas atuais, pode tornar-se fundamentação para o estabelecimento de limites de aprendizagem relacionados às características individuais, ao contrário do que seria desejável: a busca por múltiplas possibilidades para o desenvolvimento humano. Defende que não sejam limitadas as expectativas de aprendizagem para esses sujeitos, mas que se construam formas de ensinar que atendam suas demandas e lhes permitam apropriar-se dos bens culturais que a escola tem por missão socializar.

Para além do acesso e permanência na escola, reconhecemos um longo caminho para democratização dos conhecimentos que nela deveriam ser ensinados. Caminho que envolve fatores como políticas públicas, infraestrutura, formação de professores, engajamento comunitário, reconhecimento e construção de respostas para os problemas vivenciados por estudantes e professores nos processos educativos.

No sentido de entender os obstáculos à participação de estudantes cegos nas práticas educativas, especificamente no âmbito do Ensino de Ciências, alguns estudos têm sido desenvolvidos. Um dos principais obstáculos apontados é a centralidade dos referenciais visuais. Soler (1999) argumenta que esse aspecto é prejudicial a todos os estudantes, com ou sem cegueira/baixa visão. Segundo o autor, a minimização do potencial observacional dos outros sentidos resulta em perda de

informações que poderiam conferir maior qualidade às observações realizadas. Particularmente para os cegos, a restrição das informações a fontes visuais torna a sua participação extremamente prejudicada.

No Ensino de Ciências valoriza-se, sobretudo, a observação associada à visão. No entanto, existe enorme quantidade de informações sobre os fenômenos e ambientes que pode ser captada por meio de outros sentidos: sons emitidos por animais, umidade, texturas, formas, consistência, eventos sonoros, gostos e odores. Assim, a centralidade na visão muitas vezes diminui as possibilidades de experiências sensoriais (SOLER, 1999).

Outro problema é a possibilidade de erros conceituais derivados da representação visual de fenômenos não observados visualmente ou aqueles observáveis apenas indiretamente (CAMARGO; NARDI, 2007). Conceitos como o de corrente elétrica ou ligações químicas são exemplos de conteúdos trabalhados frequentemente com recurso a representações visuais e que não são observáveis diretamente através da visão ou qualquer outro sentido. Camargo e Nardi (2007) chamam a atenção para a necessidade de ir além de uma única via de representação em favor da apropriação desses conceitos por parte de todos os estudantes.

Assim, defende-se que sejam desenvolvidos materiais didáticos e maneiras de ensinar que superem a dependência citada, contribuindo para a construção de práticas educativas que respondam às demandas sensoriais dos estudantes cegos e ao mesmo tempo enriqueçam a aprendizagem de seus colegas videntes. Cabe sinalizar que nossa preocupação com a acessibilidade observacional não revela um entendimento empirista acerca da construção de conhecimentos, no qual a observação neutra é a fonte segura do conhecimento. Tampouco pretendemos negar as contribuições das observações visuais para o Ensino de Ciências.

Tendo como pano de fundo esse panorama problemático, trabalhos vêm sendo desenvolvidos no contexto nacional. Revisamos as publicações entre 2001 e 2013 de um evento e cinco periódicos representativos da pesquisa em Ensino de Ciências: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e os periódicos *Ciência & Educação*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Alexandria: Revista de Educação em Ciência Tecnologia*, *Ensaio — Pesquisa em Educação em Ciências* e *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Constatamos que produção de pesquisas envolvendo o Ensino de Ciências a pessoas com cegueira ainda é discreta, totalizando 30 publicações no ENPEC e 11 nos periódicos. Identificamos, nesses

trabalhos, a preocupação com a facilitação do acesso dos cegos aos conhecimentos socializados na escola. Atualmente, tal preocupação tem repercutido significativamente na proposição de recursos didáticos que viabilizam a realização de observações às pessoas cegas ou com baixa visão através da multissensorialidade, sendo que se identificou esse foco em 27 % dos trabalhos levantados em nossa revisão de literatura (APÊNDICE A).

Na literatura internacional encontramos preocupações semelhantes. Destacam-se as pesquisas voltadas ao desenvolvimento de ferramentas multissensoriais para laboratório de química, localizadas no periódico *Journal of Chemical Education*² (LUNNEY; MORRISON, 1981; SUPALO, 2005; SUPALO et al., 2008; SUPALO et al., 2009; TOMBAUGH, 1981). Esses trabalhos manifestam esforços para a produção de materiais com tecnologia relativamente sofisticada, recorrendo a programas computacionais e indicadores sonoros. Uma característica diferente do que se tem produzido no Brasil, em que se sobressaem os recursos didáticos produzidos com materiais de uso cotidiano reaproveitados (embalagens plásticas, papel, isopor), recorrendo principalmente a observações táteis (AQUINO; LIMA; MANO; 2011; BRITO; SILVA, 2006; QUADROS et al., 2011; RAZUCK et al., 2011).

Reconhecemos a importância de investigações que objetivam o desenvolvimento de materiais didáticos adequados a sujeitos cegos e com baixa visão, uma vez que a prevalência dos referenciais visuais é entendida como um dos principais entraves ao seu ensino. No entanto, entendemos que se trata de um ensino que não apresenta limites somente àqueles que não possuem o sentido da visão. O tradicional ensino expositivo, centrado seja nas falas do professor, seja nas demonstrações que podem ser usadas para ilustrar suas falas, não atende às demandas educacionais da maior parte dos estudantes.

Uma minoria dos trabalhos encontrados na revisão da literatura nacional traz proposições metodológicas para atividades de Ciências, envolvendo elementos como interações sociais, resolução de problemas, trabalho em grupo e uso de analogias (CAMARGO; SILVA, 2006a; CAMARGO; SILVA, 2006b; CAMARGO; SILVA; BARROS FILHO,

² A revisão na literatura internacional foi feita através de palavras-chave (blind e ciego) em bancos de dados de periódicos qualis A especializados em Educação em Ciências: *Ensenanza de las Ciencias* (01), *International Journal of Science Education* (01), *Journal of Chemical Education* (31), *Research in Science Education* (00), *Science Education* (00). Em parênteses destacamos o número de publicações localizadas em cada periódico.

2006; MORRONE; ARAÚJO; AMARAL, 2009)³. São trabalhos que apresentam atividades experimentais acessíveis a pessoas cegas e extrapolam a preocupação exclusiva com a viabilização da observação. Dialogam com a produção envolvendo atividades experimentais no Ensino de Ciências de modo geral, que já é uma linha de pesquisa consolidada e há décadas questiona o modo como essas atividades são tradicionalmente entendidas e conduzidas (GONÇALVES, 2005). As crenças na neutralidade do observador, na correspondência entre observação e objeto, nos efeitos visuais como recurso motivacional e a concepção indutivista de ciência são contestadas há muito tempo no cenário internacional da pesquisa em Ensino de Ciências (GIL-PÉREZ, 1983; GONÇALVES, 2005; HODSON, 1994).

Mesmo sem considerar por qual canal sensorial são captadas as informações observacionais, é reconhecido o não isolamento da observação na construção de conhecimentos. No campo da epistemologia da ciência, a concepção indutivista, em que o conhecimento emerge da observação neutra e rigorosa, já foi intensamente questionada (CHALMERS, 1997). Grande parte das pesquisas preocupadas com a experimentação no ensino alinha-se às perspectivas epistemológicas contemporâneas e em nossa revisão da literatura nacional encontramos indícios de um afastamento dessas perspectivas por parte dos pesquisadores ocupados com o Ensino de Ciências para cegos. Com essas considerações queremos ressaltar nosso entendimento de que esse ensino deveria envolver elementos que vão além da acessibilidade observacional, mesmo em atividades experimentais.

Outro ponto que identificamos foi a presença quase nula de estudos envolvendo o público dos anos iniciais do ensino fundamental, sendo encontrado apenas um trabalho, que explora o desenvolvimento de noções prévias necessárias à aprendizagem de conceitos científicos em crianças cegas (FERREIRA; LIMA; STADLER, 2009). A maior parte dos demais trabalhos trata de questões referentes ao ensino médio, sobretudo na área de Física.

Até aqui, discutimos o Ensino de Ciências a pessoas com cegueira em instituições regulares, buscando delinear o problema em cujo enfrentamento almejamos contribuir. Em face à crescente inserção de estudantes cegos no sistema regular de ensino insurgem barreiras

³ Os trabalhos que apresentam proposições metodológicas representam 12 % do levantamento frente aos 27% concentrados em aspectos relacionados à viabilidade observacional.

para a sua efetiva participação nos processos educativos, das quais destacamos o ensino centrado em referenciais visuais e a carência de recursos didáticos e metodologias que considerem suas diferenciações sensoriais.

Nesta pesquisa, ocupamo-nos da lacuna observada em relação a proposições metodológicas para atividades experimentais em turmas regulares do ensino fundamental das quais participem estudantes com cegueira e videntes. Uma lacuna que é ainda maior quando se trata dos anos iniciais, pois não encontramos trabalhos com tal enfoque envolvendo esse nível de ensino.

Desse modo, apresentamos nossa questão de pesquisa:

Em um coletivo dos anos iniciais do ensino fundamental constituído por estudantes com cegueira e videntes, como se caracterizam as contribuições e limites de uma proposta de atividade experimental para o processo de ensino e aprendizagem em Ciências da Natureza?

Temos como objetivo geral: *caracterizar possíveis contribuições e limites de uma proposta de experimentação elaborada com o intuito de favorecer o ensino e aprendizagem de conhecimentos de Ciências da Natureza e do trabalho em pequenos grupos em um coletivo constituído de estudantes com e sem cegueira dos anos iniciais do ensino fundamental.*

E como objetivos específicos:

- *construir uma proposta metodológica para atividades experimentais em pequenos grupos que envolvam a participação de estudantes com e sem cegueira;*
- *desenvolver atividades pautadas pela referida proposta em um coletivo dos anos iniciais do ensino fundamental;*
- *analisar contribuições e limites da proposta para o ensino e aprendizagem de conhecimentos de Ciências da Natureza, de atitudes e de habilidades sociais relacionadas ao trabalho em grupo;*
- *sinalizar aspectos relevantes para a elaboração de propostas de atividades experimentais para o Ensino de Ciências a estudantes cegos e videntes nos anos iniciais do ensino fundamental.*

Nossa investigação envolveu a construção de uma proposta metodológica para atividades experimentais em uma turma dos anos

iniciais do ensino fundamental constituída por uma criança cega e crianças videntes. Para isso consideramos aspectos que têm sido defendidos como relevantes à experimentação, de acordo com produções no campo da pesquisa em Ensino de Ciências.

O texto que introduzimos está organizado em cinco partes, sendo a primeira delas esta introdução, em que apresentamos a problemática na qual nos inserimos, a justificativa para a investigação realizada, a questão e objetivos de pesquisa.

Na segunda parte discutimos a experimentação no Ensino de Ciências, inicialmente através da aproximação com aspectos considerados problemáticos e em seguida com a apresentação e discussão de possibilidades para encaminhamento de atividades experimentais na escola. Também consideramos as especificidades dos anos iniciais do ensino fundamental, a participação de estudantes cegos e a articulação entre experimentação e trabalho em pequenos grupos. A discussão que desenvolvemos nessa parte do trabalho tem a intenção de explorar elementos relevantes para a construção de nossa proposta de experimentação.

Os caminhos de construção da pesquisa são apresentados na terceira parte. Detalhamos o processo que nos levou aos sujeitos envolvidos (professoras e estudantes) e à obtenção das autorizações necessárias. Apresentamos esses sujeitos e as interlocuções estabelecidas entre a pesquisadora e as professoras. Procuramos evidenciar fatores que influenciaram as decisões tomadas em relação a referências teóricas e metodológicas. Também apresentamos os instrumentos de pesquisa, a metodologia analítica, o estudo piloto e nossa proposta de experimentação — construída a partir das discussões construídas na segunda parte deste texto e de um estudo piloto, que também é apresentado.

Na penúltima parte é apresentada a análise das informações obtidas nos 4 encontros que constituíram a etapa final da pesquisa, as quais foram obtidas por meio de videografações, diário de aula da pesquisadora (que lecionou as aulas com a colaboração da professora da turma) e registros dos estudantes em atividades. As contribuições e limites da proposta de experimentação são discutidos nas categorias que emergiram da análise: o trabalho cooperativo no pequeno grupo e os experimentos; dificuldades no trabalho em grupo articulado às atividades experimentais; a dimensão concreta dos experimentos; o ensino e a aprendizagem de conhecimentos de Ciências da Natureza por meio da experimentação.

Finalmente, são tecidas as considerações finais do trabalho, em que sintetizamos os resultados obtidos e sinalizamos aspectos relevantes ao desenvolvimento de atividades experimentais em coletivos constituídos por estudantes cegos e videntes.

2 A EXPERIMENTAÇÃO E O ENSINO DE CIÊNCIAS PARA PESSOAS CEGAS E VIDENTES

São grandes as expectativas em relação às contribuições da experimentação para o Ensino de Ciências, mas a sua presença na escola não assegura a aprendizagem. Adiante nos aproximaremos de problemas que envolvem a realização de atividades experimentais, os quais estão relacionados ao modo como são tradicionalmente concebidas e desenvolvidas na escola.

Com o entendimento de que o simples experimentar não conduz ao sucesso no processo de ensino e aprendizagem é preciso buscar referências teóricas e construir propostas metodológicas. Discutiremos algumas possibilidades encontradas na literatura considerando a experimentação no Ensino de Ciências de modo geral, as proposições que envolvem estudantes cegos, o Ensino de Ciências nos anos iniciais e o trabalho em pequenos grupos. Uma discussão que intenta levantar características relevantes à experimentação para a construção de nossa proposta.

2.1 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: ANTIGAS CRÍTICAS E PROBLEMAS PERSISTENTES

Dentre as diversas atividades que podem ser empreendidas no Ensino de Ciências a experimentação tem papel de destaque. Em vários documentos oficiais de orientação curricular recomenda-se seu emprego (BRASIL, 1997, 2013; FLORIANÓPOLIS, 2011), é objeto de estudo de extensa literatura em Didática das Ciências e povoa o imaginário de professores e estudantes que, muitas vezes, associam sua presença a um ensino de qualidade (BORGES, 2002; CARRASCOSA et al., 2006).

Os movimentos de reformas curriculares das décadas de 1950 e 1960 conferiram ao laboratório didático uma importância sem precedentes. Naquele contexto foi elaborada uma série de projetos de renovação do Ensino de Ciências — inicialmente nos Estados Unidos e Inglaterra, mais tarde em uma série de países, inclusive no Brasil.

Embora possuíssem cada um as suas peculiaridades, os diversos projetos tinham em comum a visão do estudante como “pequeno cientista”, pressupondo-se a possibilidade de “descobrimto” dos conhecimentos científicos através das atividades experimentais (ALVES FILHO, 2000). O que foi proposto consistia em uma contraposição ao ensino pautado na ideia de transmissão — prática dominante naquele momento — no qual a ação do aluno limitava-se a uma presumível

assimilação de conhecimentos (GIL-PÉREZ, 1983). No entanto, aqueles projetos falharam, por exemplo, ao trazer concepções incoerentes com as discussões filosóficas contemporâneas sobre o que é a ciência e como ela funciona.

A aprendizagem por descobrimento baseava-se na tentativa de reprodução da atividade dos cientistas na escola com o pressuposto de que através da experimentação seria possível redescobrir conhecimentos produzidos no âmbito da ciência. Gil-Pérez (1983) critica tal perspectiva argumentando que o modo como as atividades experimentais eram empreendidas não condizia com o trabalho desenvolvido pelos cientistas em suas investigações e alega ser impossível um descobrimento autônomo de conhecimentos científicos por parte dos estudantes. De acordo com o autor, as investigações escolares centradas exclusivamente no trabalho em laboratório desconsideravam elementos essenciais da prática científica, tais como a importância da teoria e das hipóteses na orientação das pesquisas, a elaboração de desenhos experimentais, a insuficiência de experimentos isolados para a refutação ou corroboração de teorias, a dependência teórica da observação e a dimensão social da construção de conhecimentos científicos.

Não pretendemos uniformizar a grande variedade de propostas de ensino que foram desenvolvidas naquela época. Aquilo que Alves Filho (2000) chama de Era dos Grandes Projetos, envolveu a elaboração de dezenas de propostas para o ensino de Física, Biologia e Química. No entanto, é possível apontar como convergências a valorização da experimentação e a tentativa de reprodução de aspectos daquilo que se considerava o método científico, frequentemente com as distorções assinaladas por Gil-Pérez (1983).

Décadas depois, diversos autores sustentam a ideia de que a perspectiva de experimentação predominante naqueles projetos influenciou a constituição do que tem sido denominado de atividades experimentais tradicionais, das concepções docentes que as envolvem e do prestígio conferido à experimentação no Ensino de Ciências (BORGES, 2002; CARRASCOSA et al., 2006; GONÇALVES, 2005; HODSON, 1994).

O que vem sendo tradicionalmente desenvolvido no laboratório de ciências pode ser assim caracterizado:

Em geral, os alunos trabalham em pequenos grupos e seguem instruções de um roteiro. O objetivo da atividade prática pode ser o de testar uma lei científica, ilustrar ideias e conceitos

aprendidos nas “aulas teóricas”, descobrir ou formular uma lei acerca de um fenômeno específico, “ver na prática” o que acontece na teoria, ou aprender a utilizar algum instrumento ou técnica de laboratório específica. (BORGES, 2002, p.13).

Em investigação sobre o trabalho desenvolvido em laboratórios de Ciências do município de Florianópolis, Santa Catarina, obteve-se indicativos de que as atividades com tais características são predominantes na atualidade (BIAGINI; MACHADO, 2014). Geralmente são os alunos que realizam os procedimentos experimentais seguindo as orientações de um roteiro disponibilizado pelo professor. Os objetivos centram-se, principalmente, na verificação e aplicação de conceitos científicos estudados nas aulas teóricas.

Em outra investigação realizada no mesmo município, Neves (2012) entrevistou cinco “coordenadores de laboratórios”⁴ e identificou algumas concepções problemáticas em relação à importância da experimentação no Ensino de Ciências. Manifestou-se o entendimento de que as atividades realizadas no laboratório, geralmente experimentos, mobilizam o interesse dos alunos em aprender, despertam a curiosidade e promovem a aprendizagem. A aprendizagem seria favorecida à medida que os experimentos pudessem tornar a teoria “palpável” e aproximar a ciência da realidade. Os discursos dos professores também se aproximaram de uma concepção empírico-indutivista sobre a construção de conhecimentos ao colocarem a observação como promotora incondicional da aprendizagem, como se bastasse ver para conhecer ou se as observações acontecessem no vácuo teórico.

As pesquisas realizadas por Biagini e Clodoaldo (2014) e por Neves (2012) deram indicativos da insistência de práticas e concepções que precisam ser questionadas. Há compreensões e propostas mais elaboradas acerca da experimentação na escola do que aquelas que foram evidenciadas nesses trabalhos. Por exemplo, a concepção empírico-indutivista sobre a construção de conhecimentos científicos, identificada no trabalho de Neves (2012), é a distorção mais assinalada e criticada na literatura especializada em Ensino de Ciências devido à sua

⁴ O profissional a quem a pesquisadora se referia como *coordenador de laboratório* é atualmente denominado *professor auxiliar de atividades de ciências*. Uma das suas atribuições pode ser o desenvolvimento de atividades experimentais com alunos dos diferentes anos do ensino fundamental. Adiante, faremos referência a esse profissional recorrendo à sua denominação atual.

presença contumaz a despeito das discussões no âmbito da epistemologia, as quais apresentam interpretações bem mais complexas sobre a natureza da ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001).

De acordo com reflexões epistemológicas, os experimentos parecem se caracterizar também pela dedução, uma vez que seus objetivos podem ser o de comprovar/verificar conceitos já estudados nas aulas teóricas, com roteiros rígidos que só permitem um resultado. Ainda assim, a imagem indutivista da ciência transparece nas ações e discursos de professores em sala de aula. Desse modo, reforçam as ideias ingênuas sobre a natureza da ciência que perpassam a sociedade como um todo e que são destacadas por Chalmers (1993, p.22):

Conhecimento científico é conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento. A ciência é baseada no que podemos ver, ouvir, tocar etc. Opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas não têm lugar na ciência. A ciência é objetiva. O conhecimento científico é conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente.

Essa perspectiva pode ser fortalecida quando os experimentos são usados com a finalidade de comprovar conceitos em estudo, pressupondo-se que a observação é fonte direta de conhecimentos e que os resultados observacionais por si só são bases seguras para a elaboração de teorias. Ao trabalhar assim é possível que seja reforçada a ideia de que os conhecimentos científicos são inquestionáveis e definitivos por derivarem de resultados experimentais. Uma concepção que, além de equivocada, tem consequências sociais importantes, pois pode favorecer o distanciamento da população em relação a decisões que envolvem ciência.

Nesse afastamento desconsidera-se que a ciência é uma construção cultural. Ainda que as investigações sejam realizadas por poucos homens e mulheres, tal empreendimento se insere em uma sociedade e em um tempo histórico. Contexto que impõe condicionantes para seu desenvolvimento: os problemas que desafiam o investigador; os interesses que orientam o financiamento; as concepções sobre o mundo (físico e social) que permeiam o trabalho dos investigadores, patrocinadores e responsáveis pelos centros de pesquisa. Se o mundo

condiciona as investigações, elas, por sua vez, podem ter em seus resultados instrumentos de transformação do mundo.

Se almejamos uma sociedade igualitária e destituída das atuais relações de opressão — que muitas vezes se valem da ciência para sua legitimação — temos como compromisso a desconstrução de tal distanciamento. As construções culturais são patrimônio de toda a humanidade. Cabe à escola comprometer-se em promover a apropriação desse patrimônio e a compreensão de seus processos de produção.

Com as considerações que fizemos, destacamos nossa preocupação com a forma como a experimentação é empreendida, com suas repercussões na aprendizagem da ciência e sobre a ciência. Não é nossa intenção tecer um completo rechaço àquilo que tem sido praticado. Pelo contrário, reconhecemos a relevância do movimento de reformas curriculares do passado, que buscaram favorecer uma atitude positiva em relação à ciência e familiarização com seus processos. Embora os caminhos didáticos para alcançar tais objetivos e as concepções epistemológicas subjacentes tenham se mostrado problemáticos, não podemos encará-lo como um fracasso, mas como origem de transformações posteriores, com consequências para a renovação das expectativas em relação ao ensino e busca de fundamentação para construção de novas propostas (ALVES FILHO, 2000).

Também não desconsideramos a relevância da realização de atividades experimentais, nem o investimento em espaços e profissionais para sua promoção — como acontece em Florianópolis, que em 78% das escolas municipais há laboratório de ciências e professor auxiliar de atividades de ciências (BIAGINI; MACHADO, 2014). Mas entendemos que ao usar os experimentos com a perspectiva de comprovar a validade de teorias e conceitos podemos permanecer em um ensino problemático, com a compreensão implícita de que o professor é o detentor do conhecimento e que deve provar o que diz através de demonstrações experimentais. Nisso, não há inovação substancial em relação ao tradicional ensino por (suposta) transmissão de conhecimentos.

2.2 EMPIRISMO COLORIDO: A AURA MÁGICA QUE ENVOLVE O LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS

Reservamos este espaço para abordar um aspecto que representa um desafio particular quando consideramos pessoas cegas: a dimensão estética das atividades experimentais.

Para muitos o laboratório de ciências pode representar fonte de encantamento, sobretudo para aqueles que ainda não estão familiarizados com esse ambiente. Há laboratórios que abrigam alguma réplica de esqueleto humano, que ora pode despertar medo, ora pode se tornar uma espécie de mascote, com direito a apelidos carinhosos. Os microscópios às vezes parecem encantar crianças e adultos que desejam ver através de suas lentes os materiais mais variados: fios de cabelo, gotas de água, asas de borboletas. Alguns laboratórios guardam coleções de animais: serpentes peçonhentas, aranhas, moluscos e insetos. Há também “poções mágicas” com as quais o professor consegue fazer as coisas mudarem de cor. Pensa-se que ali é possível provocar explosões, efeitos fantásticos, imagens pitorescas.

Às vezes os experimentos são planejados de maneira a provocar resultados surpreendentes, explorando-se os fenômenos para deles extrair imagens inusitadas e supostamente atraentes. Há muitos exemplos de experimentos escolares que podem ser conduzidos nesse sentido: a condução elétrica em solução ionizada, líquidos com diferentes densidades sobrepostos em um béquer, a “erupção vulcânica” representada pela reação entre hidrogenocarbonato de sódio e ácido acético, entre outros.

De acordo com a literatura, o clima de satisfação proporcionado pelo show experimental leva muitos a considerarem a experimentação como promotora incondicional da motivação discente (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004; GONÇALVES; MARQUES, 2006). No entanto, os pequenos espetáculos não garantem a motivação e, tampouco, o que se deveria esperar de tais aulas: a aprendizagem de conhecimentos sistematizados.

Como afirmamos no início da seção, o encantamento pode estar relacionado ao fato de se tratar de um ambiente e atividades pouco familiares. Além disso, pesquisas indicam que nem todos os estudantes apreciam realizar experimentos, que o entusiasmo com essas atividades diminui com a idade e que o tipo de desafio cognitivo apresentado é um fator importante para alimentar o interesse discente (HODSON, 1994).

Retomando a discussão sobre a relação entre observar e conhecer, não se deve associar incondicionalmente a realização de experimentos ao sucesso na aprendizagem, mesmo quando provoca o entusiasmo discente. Bachelard (1996) chama de *observadores iludidos* aqueles que se apegam às imagens proporcionadas pela experiência sensorial e, sem submetê-las à crítica, elaboram conclusões apressadas. Em casos assim a experiência é colocada antes de qualquer questionamento, tornando-se a base para a criação de interpretações sem esforço de abstração. O

pensamento científico, pelo contrário, deve resistir ao natural, multiplicando indagações e evitando respostas apressadas:

[...] o espírito científico deve formar-se contra a Natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a informação da Natureza, contra o arrebatamento natural, contra o fato colorido e corriqueiro. O espírito científico deve formar-se enquanto se reforma. (BACHELARD, 1996, p. 29).

Sobre o exposto na citação, tomemos o exemplo da maquete de vulcão, um verdadeiro clássico das feiras de ciências. Os alunos constroem um vulcão com argila, usam sucata para fazer um vilarejo em suas imediações, pintam, esperam secar, aguardam alguns dias e só então provocam a esperada erupção: misturam fermento químico com vinagre dentro da cratera vulcânica e “boooooommm”! Que contribuições para a aprendizagem em geociências essa atividade — da forma como foi descrita — pode trazer? Além das limitações no ensino sobre vulcanismo, é notável a insensibilidade com a comunidade que vive nas imediações do vulcão (representadas pelas casinhas de sucata), uma vez que a explosão pode ser encarada com euforia apesar dos impactos provocados.

Nesse caso, como em outros com grande apelo estético, é possível que o experimento implique em um obstáculo à aprendizagem na medida em que pode causar mais admiração do que desejo de compreender os fenômenos. Muitas vezes os estudantes ficam tão extasiados pelos efeitos observados que seu desejo se resume a repeti-los, sem questionar as causas ou criando justificativas apressadas que pouco se relacionam com os conceitos científicos que poderiam ser estudados com o auxílio dos experimentos. O exemplo que citamos é, na verdade, um experimento de Química, não de Geociências. A reação do hidrogenocarbonato de sódio do fermento com o ácido acético do vinagre tem pouca ou nenhuma relação com as erupções vulcânicas.

Ainda que se recorresse ao apelo estético através de outros sentidos que não o da visão, o empirismo despreocupado com a crítica também seria um problema. Essa abordagem é limitante à formação de qualquer estudante. Desse modo, defendemos a necessidade de superação da condição de *observadores iludidos* (BACHELARD, 1996).

A dimensão estética, no entanto, não precisa ser abolida das aulas. Como argumenta Gonçalves (2009, p.104): “não são os

experimentos coloridos e com explosões, em si mesmos, prejudiciais à construção do conhecimento, mas a forma como são desenvolvidos”. O problema é limitar-se ao belo, sem reflexão, mantendo-se em uma curiosidade ingênua. Uma possibilidade que essas atividades oferecem é a exploração das ideias iniciais dos estudantes sobre o fenômeno em estudo a partir da solicitação de previsões em relação aos resultados experimentais. Elas podem servir de base para discussões posteriores, enriquecendo o diálogo entre professores e alunos. Os resultados surpreendentes, quando existirem, devem ser objeto de análise e ponto de partida para discussão.

Bizzo (1998), ao considerar crianças, chama a atenção para a grande expectativa que podem possuir em relação às aulas no laboratório de ciências e também não a avalia como um problema. Pelo contrário, afirma que não deveria ser frustrada, mas usada em favor da aprendizagem. O autor entende que os experimentos representam uma possibilidade para as crianças repensarem ideias, confrontando as suas previsões com as observações. As novas explicações podem não ser adequadas e caberá ao professor propor uma nova situação que evidencie seus limites, favorecendo que os estudantes se aproximem cada vez mais das explicações científicas. Com isso, salienta o fato de que os experimentos não garantem a aprendizagem e destaca a importância da intervenção docente em seu desenvolvimento.

Em nossa interpretação, a dimensão estética da experimentação no Ensino de Ciências não se constitui obrigatoriamente em um problema, pois o foco que defendemos está na aprendizagem discente. Explorar o que é supostamente belo e o surpreendente é uma opção para a qual é preciso estar ciente de seus perigos, sobretudo como potenciais obstáculos à construção de conhecimentos.

2.3 NOVAS POSSIBILIDADES PARA A EXPERIMENTAÇÃO

O reconhecimento de problemas suscita a necessidade de construir respostas. Desde a intensificação das discussões em torno da experimentação, ainda na década de 1970, extensa literatura foi produzida com grande variedade de proposições. Seleccionamos algumas possibilidades e discutimos suas potencialidades nas páginas que seguem.

2.3.1 As atividades investigativas

Algumas respostas elaboradas aos problemas que salientamos buscam diálogos com a História e Filosofia da Ciência. Argumenta-se sobre a importância desse diálogo para uma aprendizagem mais efetiva de conceitos científicos e também para a compreensão das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)⁵, perspectiva fortalecida nas últimas décadas.

Frente ao contexto problemático que envolve as práticas tradicionais de experimentação, Gil-Pérez (1983) propõe que o Ensino de Ciências seja baseado na realização de investigações pelos alunos, mas em uma perspectiva bastante distinta da assumida nos projetos difundidos a partir da década de 1950, aos quais já fizemos referência. O autor recorre a contribuições da História e Filosofia da Ciência e das pesquisas sobre psicologia cognitiva, concepções alternativas e ensino por mudança conceitual. Defende que os alunos compreendam e apropriem-se de processos empreendidos pelos cientistas através da realização de investigações dirigidas pelo professor.

Além da contribuição que pode representar para a aprendizagem de conceitos científicos, o ensino por investigação responderia a outra demanda: a aprendizagem sobre a natureza da ciência (BORGES, 2002; CACHAPUZ et al., 2005; CARRASCOSA et al., 2006, CARVALHO, 2013; HODSON, 1994). Nesse caso, as investigações devem incorporar elementos da dinâmica de trabalho dos cientistas e possibilitar reflexões sobre a natureza da ciência e as complexas relações CTSA.

As proposições de atividades investigativas no Ensino de Ciências são atualmente bastante variadas. Há muitas publicações e projetos com atividades sob esse título, nem sempre com objetivos e fundamentações teóricas convergentes. Zômpero e Laburú (2011), ao investigarem essa pluralidade, identificaram o ponto de partida como principal aspecto em comum: um problema que deve ser resolvido pelo estudante. Aspecto que tem como pressuposto a compreensão da centralidade dos problemas na origem do conhecimento. No entanto, não podemos dizer que a natureza do problema seja parecida entre elas. Estão presentes desde perguntas restritas aos conteúdos conceituais em estudo até problemas relacionados ao contexto social de que participam os estudantes.

⁵ Reconhecemos a existência de polêmica em relação às siglas CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e CTSA (em que se adiciona Ambiente). CTSA é a opção dos pesquisadores Gil-Pérez e Valdés (1996), cuja proposição de ensino por investigação é explorada ao longo da seção.

Autores alinhados à proposição de Gil-Pérez (1983), que apresentamos a pouco, apontam características que podem ser incorporadas às investigações escolares tendo como referência as contribuições de discussões desenvolvidas no campo da Filosofia da Ciência. Ainda que optemos por outras possibilidades metodológicas em nossas aulas de ciências, essa proposição apresenta aspectos que têm sido amplamente defendidos e merecem ser discutidos. Tomaremos como objeto de discussão as possibilidades apontadas por Gil-Pérez e Valdés (1996) para o redimensionamento das práticas de laboratório como atividades investigativas:

1. apresentação de situações problemáticas abertas;
2. discussão do interesse em se investigar as situações propostas, possibilitando aos alunos refletir sobre as relações CTSA;
3. análise qualitativa das situações propostas, a fim de delimitar problemas precisos e passíveis de investigação;
4. considerar a emissão de hipóteses como característica central da investigação científica, capaz de orientar tratamento do problema e explicitar as concepções iniciais dos estudantes;
5. permitir o planejamento dos experimentos que integrarão a investigação pelos próprios estudantes e valorizar a dimensão tecnológica do trabalho experimental;
6. análise dos resultados à luz do corpo de conhecimentos disponível, as hipóteses iniciais e os resultados de outras equipes;
7. considerar as perspectivas abertas pelo estudo realizado e implicações CTSA;
8. refletir sobre a contribuição do estudo realizado para a construção de um corpo coerente de conhecimentos;
9. elaboração de memórias científicas, que expõem o trabalho realizado e contribuem para o entendimento do papel da comunicação e debate na comunidade científica;
10. potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico, organizando equipes de trabalho e valorizando a comunicação entre os grupos.

Destacamos, em primeiro lugar, o fato de ser um problema o ponto de partida das investigações escolares. É uma abordagem que encontra respaldo em variadas compreensões filosóficas sobre como se constrói conhecimento. Bachelard (1996, p.18) sintetiza esse entendimento em sua célebre expressão: “Para o espírito científico, todo conhecimento é reposta a uma pergunta”. De acordo com o epistemólogo, também educador, o sentido do problema é essencial para

o pensamento científico, é preciso saber formular problemas e isso não é uma coisa espontânea.

Assim como os conhecimentos científicos, os problemas também são construídos: há condicionantes teóricos, históricos e sociais para sua elaboração e busca por respostas. Os novos conhecimentos, sendo influenciados por esses condicionantes, não são definitivos, trazem as marcas do seu contexto de produção e do aparato cultural que se dispôs para construí-los. A localização histórica das teorias científicas, entre outros significados, pode contribuir para o entendimento do conhecimento como resultado de um constante movimento do ser humano no sentido de conhecer mais. Um movimento que depende do reconhecimento e enfrentamento de problemas, questões em que nosso conhecimento atual não dá conta de resolver.

Gaston Bachelard é chamado de *filósofo da desilusão* justamente pela centralidade do erro e das rupturas em sua interpretação sobre a ciência:

[...] somos a expressão, não de nosso conhecimento imediato, de nossas habilidades inatas, mas do constante e descontínuo processo de retificação que nosso espírito sofre no decorrer da existência. O que sabemos é fruto da desilusão com aquilo que julgávamos saber; o que somos é fruto da desilusão com o que julgávamos ser. (LOPES, 1996, p. 254).

Na obra de Paulo Freire⁶ a noção do conhecimento em constante devir também é salientada, como no fragmento que segue:

Quem tudo soubesse já não poderia saber, pois não indagaria. O homem, como um ser histórico, inserido num permanente movimento de procura, faz e refaz constantemente seu saber. E é por isto que todo o saber novo se gera num saber que já passou a ser velho, o qual, anteriormente, gerando-se num outro saber que também se tornara velho, se havia instalado como saber novo.

⁶ Registra-se que não temos a intenção de estabelecer uma relação entre a noção de problema de Gil-Pérez, Bachelard e Paulo Freire. Pelo contrário, pretende-se chamar a atenção para uma pluralidade compreensões em torno dessa noção.

Há, portanto, uma sucessão constante do saber, de tal forma que todo novo saber, ao instalar-se aponta para o que virá substituí-lo. (FREIRE, 1985, p.47).

É sempre possível conhecer mais e ser mais. Os problemas, as contradições, são o que desafiam o ser humano a superar os conhecimentos que possui hoje, a elaborar novas respostas e novos conhecimentos.

Os problemas que desafiam os cientistas são diferentes daqueles que desafiam as crianças do ensino fundamental. Essa deveria ser uma preocupação elementar para o professor que pensa em organizar o trabalho em sala de aula tendo como ponto de partida um problema.

Gil-Pérez e Valdés (1996) propõem que sejam apresentadas situações problemáticas abertas e que se promova a discussão sobre a sua relevância, uma atividade que deve trazer:

[...] sentido ao seu estudo, incluindo as possíveis implicações para ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) e a tomada de decisões a esse respeito, levando em conta, particularmente, os graves problemas que afetam a humanidade atualmente e a necessidade de contribuir para um futuro sustentável. (GIL-PÉREZ; VALDÉS, 1996, p. 163-164)⁷.

De acordo com os autores, essas situações, inicialmente abertas, devem ser analisadas pelo coletivo até que se obtenha um problema bem definido que orientará a investigação. Com isso, dão indícios ao professor sobre a qualidade dos problemas a que se referem. Com atenção à formação em Ciências para o exercício da cidadania, ressaltam a necessidade de que os estudantes percebam relações entre os conhecimentos científicos veiculados na escola e questões sociais e ambientais que afligem o mundo. No trecho citado evidenciam a preocupação com um futuro sustentável, para o qual o conhecimento científico pode contribuir — ainda que não seja o bastante para tomar decisões acertadas no sentido de superar os graves problemas ambientais que afligem o planeta.

⁷ Assim como esta, todas as citações extraídas de textos redigidos originalmente em língua estrangeira foram traduzidas para o português pela pesquisadora.

Embora salientem essa preocupação e a necessidade de sua discussão, os autores não apresentam uma discussão sobre os critérios de seleção dos problemas a serem investigados. Aquilo que denominam “situações problemáticas abertas” não tem, necessariamente, origem em problemas socioambientais. No mesmo artigo (GIL-PÉREZ; VALDÉS, 1996), apresentam um exemplo ilustrativo de uma investigação escolar, tal como concebida por eles. O trabalho é iniciado com a atividade: “Discutam o possível interesse do estudo da queda dos corpos” (p. 166).

Inicialmente o fenômeno da queda dos corpos não é visto como um problema, pois se trata de um movimento habitual na vida cotidiana. No entanto, ao desafiar os alunos a pensar na relevância do seu estudo, o professor pode instigá-los a pensar além do óbvio, considerando situações em que o conhecimento sobre esse movimento pode ser relevante — como no lançamento de um projétil, para citar um exemplo levantado pelos autores. Argumentam ainda que esse encaminhamento aproxima os estudantes de uma característica essencial da ciência: “a necessidade de questionar o que parece óbvio, evidente, de sentido comum” (p. 158). É a partir da reflexão, orientada pelo professor, sobre uma situação aparentemente banal que se constrói um problema.

Outro ponto a ser considerado nas possibilidades apontadas é a valorização do trabalho coletivo e da comunicação, que se dá na organização dos estudantes em grupos, na comunicação entre os diferentes grupos e na socialização dos resultados das investigações. Isso é importante não só para uma melhor compreensão sobre a natureza das investigações científicas, mas porque a construção de conhecimento em qualquer esfera dá-se a partir de interações entre sujeitos.

O trabalho em grupo nas atividades investigativas permitiria a troca de ideias para resolver os problemas propostos, ou seja, que os estudantes pensem juntos e evidenciem suas visões de mundo, seus conhecimentos sobre o assunto em estudo. Nesse processo podem perceber inconsistências em suas próprias concepções.

A proposição de Gil-Pérez e Valdés (1996) também inclui a elaboração de hipóteses e planejamento de experimentos para validá-las. Assim, cria-se um espaço para que os estudantes reflitam sobre seus próprios modelos explicativos e que avaliem a sua adequação empiricamente. Como também é considerado o valor do aporte teórico e da dimensão tecnológica para a experimentação, ao avaliar com os estudantes os resultados experimentais o professor tem a oportunidade de relativizar os sucessos ou insucessos dos resultados.

Embora a investigação realizada possa ter incorporado diversos aspectos das investigações científicas, os alunos precisam tomar

conhecimento disso. Não basta agir de modo semelhante aos cientistas para compreender a natureza do trabalho que realizam. Cabe ao professor favorecer tal reflexão, o que pode acontecer ao longo de todo o trabalho nas interações entre o professor e os grupos de alunos. O momento de socialização e discussão dos resultados é também uma importante oportunidade de fazer com que a turma reflita sobre o trabalho que realizou. As semelhanças com o trabalho dos cientistas, a relatividade dos resultados obtidos, a importância do trabalho coletivo para a realização das investigações, o papel da teoria para a elaboração das hipóteses, o planejamento dos experimentos e interpretação dos resultados e o nível de precisão dos instrumentos utilizados são alguns dos aspectos que podem ser explorados. É nesse momento também que é possível discutir novamente sobre as implicações do estudo realizado, as perspectivas abertas, possíveis desdobramentos em novas investigações, contribuições para uma área do conhecimento e as relações CTSA.

Finalizando a discussão das contribuições de Gil-Pérez e Valdés (1996), destacamos a preocupação dos autores com as relações CTSA, extrapolando as abordagens didáticas dos conhecimentos científicos que não estabelecem relações explícitas com o mundo social. O início do estudo se dá com a análise de situações problemáticas abertas, com a finalidade de favorecer a reflexão sobre a relevância do estudo realizado no sentido de construir um “futuro sustentável”, um futuro que exige atuação no mundo para sua transformação. Ao final da investigação, volta-se a atenção novamente ao mundo social, refletindo sobre as possíveis implicações do estudo realizado.

O ensino por investigação também tem sido recomendado para os anos iniciais do ensino fundamental (CARVALHO 2013, 2011; SCHIEL; ORLANDI, 2009). Carvalho (2011) defende que desde os primeiros anos de escolaridade exista a preocupação com questões que vão além do ensino de conceitos científicos:

É necessário introduzir os alunos no universo das Ciências, isto é, ensinar os alunos a construir conhecimento fazendo com que eles, ao perceberem os fenômenos da natureza sejam capazes de desconstruir suas próprias hipóteses, elaborar suas próprias ideias, organizando-as e buscando explicações para os fenômenos. (CARVALHO, 2011, p. 253).

As sequências de ensino investigativas elaboradas pelo grupo dessa pesquisadora partem da proposição de desafios que devem ser resolvidos pelos estudantes. Ao procurarem soluções, eles levantam e testam hipóteses, discutem entre seus pares, manipulam os materiais experimentais e observam. O trabalho que segue à solução dos desafios consiste na sistematização dos dados obtidos. A partir de questionamentos do professor, os estudantes são estimulados a relatar de que modo conseguiram resolver os problemas, a identificar relações entre variáveis e a buscar as justificativas e explicações. Finalmente, retornam ao trabalho individual com a construção de relatórios escritos e/ou desenhados.

A discussão de ideias é defendida como importante para gerar, distribuir, clarificar e compartilhar ideias no grupo. A escrita é entendida como instrumento para a construção pessoal de conhecimentos. Desse modo, a etapa final das sequências de ensino investigativas propostas pela pesquisadora contempla a construção de registros pessoais, nos quais os estudantes têm a oportunidade de aumentar o entendimento sobre o assunto em estudo (CARVALHO, 2011).

Abordamos, nesta seção, o Ensino de Ciências por atividades investigativas, uma possibilidade que há algumas décadas tem presença marcante na literatura que discute a experimentação. São contemplados nessa proposição aspectos considerados importantes para todos os espaços de produção de conhecimento, tais como a comunicação, o trabalho coletivo, a crítica e a presença de um problema orientando a construção de conhecimentos — não se está discutindo a natureza desse problema. Ainda que não optemos por trabalhar com atividades investigativas, as possibilidades salientadas suscitam reflexões importantes para a experimentação no Ensino de Ciências.

2.3.2 A experimentação e o Educar pela Pesquisa

Autores como Demo (2006), Moraes, Galiazzi e Ramos (2002) defendem o Educar pela Pesquisa: que a postura de pesquisador — sujeito inquieto, questionador e criativo — seja assumida por qualquer indivíduo, seja na ciência, na escola, na universidade ou na vida fora desses ambientes.

O Educar pela Pesquisa critica o ensino pautado na memorização, sem atitude de criação tanto de docentes quanto de discentes. Em sentido contrário, a pesquisa é entendida como processo em que a criatividade e a crítica são essenciais, compreendendo atitudes que

deveriam ser assumidas por qualquer pessoa como condição à sua emancipação. É nesse sentido que é proposto o Educar pela Pesquisa.

De acordo com Demo (2006), o ensino poderia ser pautado pela pesquisa desde a infância — fase marcada por intensa criatividade e curiosidade — articulando o desenvolvimento de atitudes de pesquisa à aprendizagem de conceitos sistematizados. Defende-se a interlocução com a realidade, o questionamento, a elaboração própria, a invenção de caminhos, de soluções e a recusa ao ensino pautado na simples cópia. Não se trata de recriar teorias científicas na escola, mas criar caminhos de aprendizagem e modos de usar essas teorias como instrumentos de diálogo com a realidade.

Moraes, Galiuzzi e Ramos (2002, p.11), apresentam como princípio geral do Educar pela Pesquisa:

A pesquisa em sala de aula pode ser compreendida como um movimento dialético, em espiral, que inicia com o questionar dos estados de ser, fazer e conhecer dos participantes, construindo-se a partir disso novos patamares desse ser, fazer e conhecer, estágios esses comunicados a todos os participantes do processo.

Desse princípio geral depreendem-se: o questionamento reconstrutivo, a construção de argumentos e a comunicação, os quais constituem, além de princípios, momentos da pesquisa em sala de aula.

O questionamento é o ponto de partida para o conhecimento e pode incidir sobre atitudes, valores, comportamentos ou conhecimentos conceituais, razão pela qual se fala em estados de ser, estar e conhecer. De acordo com Moraes, Galiuzzi e Ramos (2002, p.14), em primeiro lugar é preciso considerar o “ser atual, a reflexão sobre o que se conhece no momento, sobre como se fazem as coisas, como se é”. A colocação dos autores chama a atenção para a possibilidade e necessidade de se abordar outros conhecimentos além dos conceituais, como modos de agir e valores.

A partir do reconhecimento de limitações nos conhecimentos que se possui é preciso agir, no sentido de construir respostas e argumentos para fundamentá-las e nisso consiste o segundo momento do Educar pela Pesquisa. Diferentes atividades podem ser necessárias: leituras, discussões, reunião e interpretação de dados, experimentos, etc.

Finalmente, é necessário validar os argumentos construídos submetendo-os à crítica através da comunicação. É o momento de

socializar o trabalho realizado e as conclusões obtidas pelo grupo de pesquisa ou pelo estudante (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2002).

À luz do Educar pela Pesquisa, a experimentação poderia incorporar o questionamento, a construção de argumentos e a comunicação tal como sinalizam Gonçalves (2005) e Gonçalves e Galiazzi (2004). As atividades experimentais poderiam ser organizadas nos três momentos apresentados, valorizando a curiosidade e a criatividade dos estudantes. Na literatura se encontram exemplares em sintonia com tal proposta (GALIAZZI et al., 2005).

O Educar pela Pesquisa apresenta-se como possibilidade de superação de uma visão dogmática sobre ensino e aprendizagem, em que o professor supostamente “passa” conhecimentos ao estudante. Também valoriza aspectos importantes na produção do conhecimento científico, válidos para a aprendizagem escolar. Trata-se do questionamento como ponto de partida para a construção do conhecimento, da articulação entre teoria e prática, do valor da comunicação para a validação dos conhecimentos. Aqui a prática não é simplificada como meio de ilustrar a teoria. Os estudantes dialogam com o mundo empírico, com a teoria e com seus pares, buscando a construção de argumentos e o aperfeiçoamento de seus conhecimentos iniciais.

2.3.3 A experimentação inspirada nos momentos pedagógicos

Encontramos trabalhos em que se propõe que os experimentos sejam conduzidos com referência em uma dinâmica didático-pedagógica elaborada no âmbito de projetos educativos pautados pela pedagogia progressista de Paulo Freire: os *momentos pedagógicos* (BULEGON, 2006; FRANCISCO JR.; FERREIRA; HARTWIG, 2008; SILVA, C., 2013). Antes de discutir as articulações propostas nesses trabalhos, apresentaremos nossa interpretação da proposição original dos momentos pedagógicos.

Trata-se de uma forma de organizar o trabalho com temas geradores em sala de aula através da dialogicidade e problematização. Os temas geradores dão origem ao programa curricular na pedagogia de Paulo Freire e são constituídos de problemas vivenciados pela comunidade da qual participam os estudantes (FREIRE, 2009). A investigação temática é a metodologia proposta pelo autor para a apreensão desses temas e construção de um programa curricular constituído de conhecimentos que possam auxiliar os estudantes a

conquistar um novo nível de “consciência” acerca dos problemas em que estão envolvidos.

A primeira elaboração dos momentos pedagógicos foi desenvolvida no âmbito do Projeto Formação de Professores de Ciências da Natureza de Guiné-Bissau (DELIZOICOV, 1982). A dinâmica, tal como a conhecemos hoje, é resultado de reflexões incididas sobre sua utilização no âmbito desse e de outros dois projetos: Ensino de Ciências a partir de Problemas da Comunidade (PERNAMBUCO, 1981) e Projeto Interdisciplinaridade Via Tema Gerador (SAMPAIO; ZITA; PIMENTEL, 1994).

Atualmente, os três momentos são assim nomeados: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Tomaremos como referência para a sua apresentação um artigo escrito recentemente por Delizoicov (2008), pois expressa uma compreensão atualizada da dinâmica.

No primeiro momento, a *problematização inicial*, uma situação problemática concreta — relacionada às vivências dos estudantes e com significado social — é apresentada como objeto de análise. O professor provoca a discussão entre os estudantes, questionando-os sobre o que pensam sobre essa situação. Ao passo que procura apreender as suas visões de mundo, o professor também busca fazê-los reconhecer limitações no conhecimento explicitado. Espera-se desafιά-los em relação à necessidade de novos conhecimentos para compreender a situação, estabelecendo um problema compartilhado pelos estudantes e para o qual deverão se engajar na busca por respostas. O primeiro momento culmina quando se consegue:

[...] fazer com que o aluno sinta a necessidade de adquirir outros conhecimentos que ainda não possui, ou seja, busca-se configurar a situação em discussão como um problema que pode originar novos conhecimentos. (DELIZOICOV, 2008, p. 56).

Ao se estabelecer um problema, entendido como condição essencial para a construção de conhecimentos, inicia-se o segundo momento: *organização do conhecimento*. Nessa etapa o professor pode recorrer a atividades variadas para facilitar a aprendizagem de conhecimentos sistematizados que auxiliem os discentes a superar o atual nível de consciência sobre as situações em estudo. São conhecimentos que foram selecionados na investigação temática pela

contribuição que podem oferecer para a compreensão da realidade e sua potencialidade para favorecer intervenções que possam transformá-la (DELIZOICOV, 1991).

A etapa final é chamada de *aplicação do conhecimento*. Nela os estudantes têm a oportunidade de reapreciar as situações iniciais ou outras que possam ser interpretadas com a nova perspectiva proporcionada pela apropriação dos conhecimentos estudados na etapa anterior.

O sentido da aplicação do conhecimento nos momentos pedagógicos é substancialmente diferente daquele presente no modo como se procede com as tradicionais listas de exercícios. Como já salientamos, espera-se que o processo educativo proporcione conhecimentos que possam ser empregados em situações reais, ou seja:

A meta pretendida com este momento é muito mais capacitar os alunos para que empreguem os conhecimentos, com a perspectiva de formá-los para articular constantemente a conceituação científica com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam números, o qualquer outro problema típico dos livros-texto. (DELIZOICOV, 2008, p. 56).

Embora tenha sido concebida no âmbito de projetos educativos com características bastante peculiares, ao longo do tempo ocorreram diferentes apropriações dessa dinâmica (MUENCHEN, 2010). Sobre o que tem aparecido na literatura, destaca-se a proposta de Francisco Jr., Ferreira e Hartwig (2008) para a *experimentação problematizadora*, que deveria fazer parte de, pelo menos, um dos momentos pedagógicos. Ao exemplificar a proposta, os autores apresentam a experimentação na problematização inicial de uma sequência de trabalho em torno do conteúdo químico *deposição metálica*. No entanto, a situação real explorada é um fenômeno químico e não uma situação existencial dos estudantes, obtida por meio de uma investigação temática.

Bulegon (2006) elaborou três módulos didáticos organizados nos momentos pedagógicos para o estudo de conteúdos de Física e também insere a experimentação em seu trabalho. A autora privilegiou fatos cotidianos na problematização inicial e na organização do conhecimento ao trabalhar com questões como: “Por que sentimos mais dor quando uma pessoa pisa em nosso pé usando um sapato de salto fino do que um plano?” (p. 73). No entanto, o cotidiano apareceu em seu trabalho de

modo distinto do proposto pelos autores dos momentos pedagógicos. As situações reais mencionadas por Delizoicov (2008) representam contradições vividas pelos estudantes e o objetivo da problematização é justamente fazê-los reconhecer essas situações como algo que pode ser mais bem compreendido e superado.

Outra possibilidade de articulação é sinalizada por Gonçalves (2009): que a experimentação seja tratada como um tema a ser problematizado nos cursos de formação inicial de professores de Química, considerando a necessidade de ampliar o nível de consciência dos futuros professores sobre essa prática. Sua sugestão é que os próprios experimentos realizados nas várias componentes curriculares da licenciatura em Química possam incorporar parcial ou integralmente os momentos pedagógicos, de modo que sejam articuladas a esses experimentos características que são consideradas relevantes pela literatura, tais como: a apreensão dos conhecimentos iniciais e o diálogo entre esses e os conhecimentos científicos, a problematização das implicações ambientais do trabalho realizado no laboratório e aprendizagem de atitudes.

Em síntese, na problematização inicial é instaurado um problema a partir do reconhecimento das limitações nos conhecimentos dos estudantes para entender determinados aspectos da situação em estudo. A situação deve estar relacionada às suas vivências e ter sido previamente identificada como problemática pelo professor, havendo a necessidade de se elevar o nível de consciência acerca das mesmas e também de atuação no sentido de superá-las.

A definição da situação real representa um desafio ao professor e pesquisador que deseja se apropriar das potencialidades dos momentos pedagógicos ao mesmo tempo em que não trabalha em uma perspectiva curricular com temas geradores. Uma alternativa possível é abordagem freiriana no trabalho com temas sociais (AULER, 2003; AULER et al., 2005).

Auler et al. (2005), por exemplo, desenvolveram uma intervenção curricular pautada no tema social *Energia Consumida: Transporte Particular X Coletivo*, selecionado em função da polêmica gerada em decorrência da privatização das empresas de transporte no município em que se deu a pesquisa. Embora não tenha sido diagnosticado como um tema gerador a partir de uma investigação temática no sentido freiriano (FREIRE, 2009), o tema escolhido era constituído de contradições sobre as quais se reconheceu a necessidade de debate pela sociedade envolvida. Entendeu-se que o Ensino de Ciências poderia contribuir

para a conquista de compreensões mais elaboradas sobre as transformações que estavam ocorrendo no município.

Os experimentos, por sua vez, podem ser recursos empregados no tratamento de um tema. Ressaltamos, todavia, nosso entendimento de que a superação de um problema real não se dá em consequência de uma atividade isolada, nem mesmo através de conhecimentos de apenas uma área do conhecimento. Mas também entendemos que as atividades educativas devem estar articuladas no sentido de compreender e transformar a realidade. Assim, há características desejáveis ao mesmo tempo para a totalidade das práticas educativas e para cada uma das atividades desenvolvidas.

2.3.4 Prediga-Observe-Explique

As atividades do tipo Prediga-Observe-Explique (POE), como o título sugere, são organizadas em três momentos nos quais os conhecimentos dos estudantes são explicitados e questionados. Como apresentada por Gunstone (1991), uma atividade POE inicia-se com a proposição de uma situação experimental para os estudantes e a solicitação de que prevejam os resultados do experimento. As previsões devem ser acompanhadas de justificativas, favorecendo a explicitação dos conhecimentos iniciais dos estudantes. O segundo momento consiste na observação do experimento. A atividade experimental é planejada de maneira que provoque resultados que contrariem o senso comum e, dessa forma, sejam potencialmente conflitantes com as previsões dos estudantes. A etapa final consiste na interpretação das observações. Na existência de resultados inesperados, as ideias manifestadas anteriormente deverão ser reconsideradas buscando uma conciliação com as observações.

Nesse tipo de atividade o estudante deve buscar conciliar o resultado com sua previsão e quando esses elementos são conflitantes é preciso que se tente explicar as contradições. Entende-se que isso não pode acontecer a partir de uma exposição do professor, pois os conhecimentos que uma pessoa possui dificilmente são substituídos. Desse modo, a atividade convida os estudantes a reverem suas ideias e a buscarem explicações para os resultados inesperados (CALDEIRA, 2008).

A estratégia POE tem origem ainda na década de 1980 e atualmente também é usada em pesquisas que envolvem o uso de experimentos em simuladores computacionais (CALDEIRA, 2008; TAO; GUNSTONE, 1999).

2.4 A EXPERIMENTAÇÃO E A PARTICIPAÇÃO DE ESTUDANTES CEGOS

Ainda parecem ser escassos os estudos e proposições acerca da experimentação para pessoas com cegueira. No Brasil, a maior parte dos trabalhos publicados em congressos e revistas da área de Ensino de Ciências tem como objetivo o desenvolvimento ou adaptação de recursos didáticos⁸. Alguns deles abordam a experimentação e trazem propostas de encaminhamentos metodológicos que vão além da preocupação com a viabilização da observação. Ao discutir a experimentação, tal atenção é de grande importância, pois a simples observação não é a base para a aprendizagem dos conhecimentos sistematizados.

Um pesquisador representativo no âmbito nacional e que tem essa preocupação presente em seus trabalhos é o professor Eder Pires Camargo. Em sua tese de doutorado, Camargo (2005) elaborou uma proposta para atividades de Física com estudantes cegos ou com baixa visão. O trabalho fundamentou-se em pressupostos construtivistas sobre a aprendizagem, nos quais são considerados os conhecimentos “prévios”⁹ dos estudantes e teve como objetivo educativo o favorecimento de sua evolução.

As características principais do modelo didático-pedagógico elaborado por Camargo (2005) para a condução das atividades experimentais são: criação de condições para a interação com os objetos de estudo, resolução de problemas e confronto de “modelos”¹⁰. Com tal estruturação buscou-se proporcionar condições de observação, elaboração de estratégias para solucionar os problemas e o confronto de hipóteses com o corpo de conhecimentos disponível.

As atividades experimentais propostas por Camargo (2005) devem ser organizadas em cinco etapas. Na primeira, um problema é apresentado e são oferecidas condições para a interação com o fenômeno em estudo: experimentação, manipulação de objetos, equipamentos ou audição de eventos sonoros. A interação inicial deve

⁸ No APÊNDICE A é apresentada uma síntese de nossa revisão de literatura, na qual se destaca os objetos de estudo das pesquisas relacionadas ao Ensino de Ciências para estudantes com “deficiência visual” identificadas nas fontes consultadas.

⁹ Há grande diversidade de termos em referência aos conhecimentos que os estudantes possuem antes de iniciar o estudo formal de um determinado assunto. Camargo (2005) refere-se a eles como “prévios”. Em outros momentos optamos pela expressão *conhecimentos iniciais* para nos referirmos aos mesmos conhecimentos.

¹⁰ Camargo usa o termo “modelo” em referência às interpretações sobre os fenômenos do mundo físico.

oferecer condições para a elaboração de hipóteses que serão discutidas e estudadas nas etapas seguintes. A segunda etapa é a discussão em grupo de possíveis soluções para o problema. As hipóteses são socializadas e confrontadas com as dos demais grupos na terceira etapa. Na quarta etapa, o professor apresenta conhecimentos científicos relacionados ao fenômeno em estudo e os estudantes são levados a confrontá-los com as explicações que elaboraram nas etapas anteriores. Espera-se promover um conflito cognitivo e contribuir para a ocorrência de reelaborações conceituais. A última etapa consiste na avaliação da aprendizagem por meio da resolução de uma questão aberta sobre o assunto em estudo. Ressalta-se ainda o caráter qualitativo da avaliação, que não tem pretensões classificatórias e sim de diagnóstico do nível de aproximação dos estudantes com as explicações científicas abordadas.

Camargo (2005), ao desenvolver sua proposta com estudantes cegos e com baixa visão, identificou que através das atividades os estudantes obtiveram condições para observar, discutir, argumentar, refletir, apresentar hipóteses, reformular conceitos. O pesquisador avaliou que houve sucessos na compreensão dos conteúdos de Física abordados nas atividades. As possíveis limitações na aprendizagem vivenciadas pela pessoa cega e com baixa visão foram deslocadas para as condições de ensino. Ou seja, entende-se que não é a deficiência em si mesma o que condiciona a aprendizagem, mas o modo como se ensina. O favorecimento da interação com os objetos de estudo através dos experimentos e o confronto dos modelos explicativos dos estudantes com os modelos científicos através do debate foram entendidos pelo pesquisador como aspectos que contribuíram para a compreensão dos conhecimentos da Física.

Destacamos a importância concedida na proposta de Camargo (2005) ao trabalho em grupo e às discussões entre estudantes e professores. Valoriza-se a troca de ideias, o confronto entre as diferentes explicações elaboradas pelos estudantes e entre essas e as explicações científicas. O autor entende que a discussão contribui para o enriquecimento dos modelos explicativos. Reconhece ainda a ineficácia de um ensino voltado à substituição das ideias discentes pelos conceitos estudados e — em lugar de mudanças radicais — aposta no enriquecimento conceitual. Entende que a explicitação e discussão dessas ideias são aspectos importantes para que o aluno torne suas compreensões sobre os fenômenos físicos cada vez mais complexas e próximas das explicações científicas.

Em trabalho desenvolvido em Portugal por Ferreira (2009) foram elaboradas atividades que demandavam o trabalho colaborativo para a

resolução de problemas em uma turma regular dos anos finais do ensino fundamental, da qual participava uma estudante cega. As atividades propostas envolveram a interpretação de informações, formulação de problemas e hipóteses, planejamento de investigações, previsão e avaliação dos resultados.

Os resultados da pesquisa indicaram que as interações sociais promovidas pelo trabalho colaborativo contribuíram para a apropriação de conhecimentos científicos pelos estudantes. As interações, sejam discursivas ou gestuais, possibilitaram a construção colaborativa de conhecimentos, autonomia em relação ao professor e reflexão para busca de soluções aos problemas explorados. Além disso, percebeu-se o alargamento da socialização da estudante cega, que participou ativamente das atividades.

Ferreira (2009) identificou que as interações entre os estudantes em sua busca por soluções aos problemas apresentados foram importantes para a apropriação de conhecimentos das Ciências da Natureza. Para que essas interações ocorressem, foi necessário diferenciar a prática pedagógica organizando tarefas que demandassem o trabalho colaborativo. Tomou-se como desafio a criação espaços para que os estudantes se auxiliassem mutuamente no sentido de entender o que estava sendo proposto, analisar os problemas, encontrar soluções e executar os procedimentos experimentais.

Além da aprendizagem de conceitos científicos, Ferreira (2009) identificou o estabelecimento de interações sócio-afetivas entre os estudantes. A presença da estudante cega contribuiu para que os estudantes manifestassem afetividades, que reconhecessem as necessidades uns dos outros e que desenvolvessem habilidades de interajuda. Interações sócio-afetivas deram-se principalmente em relação à estudante cega, por exemplo, quando seus colegas intervinham para que ela participasse de tarefas nas quais enfrentava dificuldades. Essas interações também estiveram presentes entre os demais membros do grupo, sobretudo em seus esforços para coordenar as tarefas entre os membros do grupo de maneira que todos participassem. Desse modo, a pesquisa de Ferreira (2009) evidenciou a relevância da sua proposta não só para a aprendizagem de conteúdos conceituais, mas também valores e atitudes, como se destacou em relação às interações sócio-afetivas.

Preocupado com o enriquecimento das experiências observacionais, o espanhol Miguel-Albert Soler (2009) sistematizou aquilo que denomina por Didática Multissensorial das Ciências. Em sua análise dos problemas vivenciados pelos cegos destaca que o ensino visuocêntrico dificulta o sucesso desses sujeitos nos estudos em

Ciências da Natureza, ainda que a cegueira, por si só, não represente qualquer limitação intelectual.

A Didática Multissensorial de Soler (1999) é uma proposta centrada na otimização do uso dos vários sentidos na captação de informações sobre os ambientes e fenômenos. Enfatiza a importância das observações para a aprendizagem em Ciências, não só as observações visuais, mas também as táteis, olfativas, gustativas e auditivas. Na compreensão do autor, os múltiplos canais sensoriais são geralmente negligenciados nos processos educativos, representando, para todos os estudantes, perda de grande quantidade de informações observacionais.

Ainda que a preocupação não possa ser restringida à viabilização da observação, um dos principais problemas salientados na literatura para o Ensino de Ciências a pessoas com cegueira é a centralidade dos referenciais visuais (SOLER, 1999). Em nosso entendimento, o limite são as práticas educativas centradas em observações — visuais ou não — que contribuem para a constituição de barreiras sociais à participação dos cegos. No entanto, ao criticar a centralidade das observações não pretendemos refutá-las. O que Soler (1999) nos apresenta pode contribuir para a elaboração de propostas de encaminhamento metodológico que contemplem diferentes formas de observar. O trabalho com cegos deve considerar sua maneira distinta de sentir o mundo, oferecendo oportunidades de interação dos estudantes com os objetos de estudos.

Em síntese, as propostas que apresentamos nesse tópico aproximam necessidades de cegos e videntes. Os trabalhos desenvolvidos e propostos pelos três investigadores apresentados podem contribuir para o ensino de cegos, videntes e desses dois públicos em interação. Um aspecto particular os diferencia: a visão. Quando trabalhamos com cegos é preciso planejar as atividades de modo que eles também possam realizar as observações quando se fizerem relevantes, considerando os limites já salientados.

Assim, reforçamos nossa defesa em relação ao planejamento de atividades didáticas em que todos os envolvidos possam participar e o entendimento de que a participação de todos também favorece as interações entre os sujeitos do conhecimento, consideradas essenciais à aprendizagem.

2.5 O TRABALHO EM PEQUENOS GRUPOS E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Nas diversas abordagens de atividades experimentais que apresentamos até aqui identificamos a valorização do trabalho em grupo, da colaboração e a comunicação entre os estudantes. Considera-se que possam contribuir para o entendimento da dimensão social da ciência (GONÇALVES, 2005) e também que a construção de conhecimentos em qualquer esfera depende da comunicação entre as pessoas (FREIRE, 1985). Além disso, o trabalho em grupo pode contribuir para a aprendizagem de conteúdos além dos conceituais, por exemplo, através de interações sócio-afetivas em que os estudantes desenvolvem atitudes de respeito à diversidade e solidariedade (FERREIRA, 2009).

Trabalhar em grupo, ouvir, posicionar-se, colaborar, debater e socializar são aspectos ressaltados diversas vezes como desejáveis na realização de atividades experimentais e em qualquer contexto de construção de conhecimento. Apesar da ênfase recorrente nesses aspectos, encontramos poucos trabalhos que chamam a atenção para o fato de que se tratam de conhecimentos a serem aprendidos. Não basta que os docentes façam agrupamentos de estudantes e proponham atividades experimentais para que eles obtenham sucesso no trabalho em grupo. Existe a necessidade de certas atitudes favoráveis a esse tipo de trabalho e de habilidades sociais.

Gonçalves (2005) chama a atenção para o enfoque predominantemente conceitual conferido aos experimentos e defende que a eles sejam associados outros objetivos, entre eles a aprendizagem de atitudes.

Como apresentadas por Sarabia (1992, p.137), atitudes são “tendências ou disposições adquiridas e relativamente duradouras para avaliar de determinado modo um objeto, pessoa, acontecimento ou situação e a atuar em consonância com tal avaliação”. Possuem três componentes: cognitivo (conhecimentos e crenças), afetivo (sentimentos e preferências) e comportamental (ações e intenções declaradas). São atitudes que podem estar envolvidas no trabalho em grupo: o respeito à diversidade, a solidariedade, a boa disposição com as necessidades dos colegas, a disposição em ajudar, a cooperação (BONALS, 2003).

A compreensão de que essas atitudes são “tendências ou disposições **adquiridas**” (SARABIA, 1992) implica no reconhecimento da possibilidade e relevância de que sejam tomadas como objeto de ensino. Nos currículos as atitudes estão incluídas naquilo que tem sido denominado de conteúdos atitudinais. Não são conteúdos que podem ser

abordados através de atividades isoladas especificamente planejadas para essa finalidade. A aprendizagem de atitudes caracteriza-se pela sua morosidade e transversalidade, ou seja, são processuais e envolvem todas as áreas do conhecimento. Nas palavras de Pozo (2003, p.62):

Não tem sentido programar atividades específicas, com data fixa, para trabalhar a tolerância, a solidariedade, o respeito mútuo ou a admiração pelo patrimônio artístico. Embora possam ser feitas atividades para sensibilizar os alunos, o currículo de atitudes deve ser contínuo [...].

Para o autor, é necessário que exista um consenso entre o conjunto de docentes de uma escola sobre qual é o currículo de atitudes a ser adotado e a partir disso os conteúdos atitudinais deverão ser abordados com a criação de espaços nas práticas pedagógicas para favorecimento de sua aprendizagem. Em investigação sobre a experimentação no ensino de Química, Gonçalves (2009) sinaliza que conteúdos atitudinais são explorados nos experimentos, por exemplo, na forma com que são tratados ou prevenidos os resíduos gerados. Mesmo quando não há intencionalidade do educador, as suas condutas nesse âmbito contribuem para a construção de atitudes em relação ao meio ambiente por parte dos estudantes.

O trabalho em grupo, por sua vez, também pode contribuir para aprendizagens atitudinais, como mencionamos anteriormente. Além de atitudes, estão envolvidas nesse trabalho as habilidades sociais que são entendidas como aquelas necessárias para iniciar e manter interações sociais saudáveis e responder de modo adequado quando outra pessoa interage consigo (ESCRIBANO; ALONSO, 2005).

Bonals (2003, p.12) define a pessoa que sabe trabalhar em grupo como aquela que “sabe agir em favor do grupo, dos demais, dela mesma; que se encontra predisposta a isso e que entende tal situação como um valor”. Isso quer dizer que essa pessoa consegue equilibrar sua participação de maneira que ao mesmo tempo em que contribui para o desenvolvimento do trabalho em grupo também é beneficiada por ele. Uma situação bastante comum é aquela em que um membro destaca-se na realização das tarefas, resolvendo-as muitas vezes sozinho, enquanto os colegas assumem uma posição de expectador ou auxiliar. Essa pessoa nem beneficiou o grupo nem se beneficiou pelo trabalho coletivo.

Para conseguir cumprir com as tarefas de modo a satisfazer coletivamente as necessidades individuais, Bonals (2003) indica a

necessidade de que os estudantes desenvolvam habilidades sociais, dentre as quais podem ser citadas:

[...] a capacidade de chegar a acordos baseados em diálogo, de facilitar a comunicação, de favorecer as conveniências de todos, o que seguramente passa pela capacidade de incluir todos os integrantes, gratificá-los, fazer com que se sintam bem durante os processos de trabalho, ajudá-los adequadamente, etc. E, como já dissemos, também a capacidade de ser um membro ativo, de participar, de ser querido pelos colegas, de pedir ajuda quando necessário, etc... (BONALS, 2003, p. 13-14).

Além de demandar essas habilidades sociais, o trabalho em pequenos grupos pode ser um meio de ensiná-las, desde que especialmente planejado e orientado nesse sentido. Os estudantes precisam ser ensinados a trabalhar em grupo.

De acordo com Escribano e Alonso (2005), a aprendizagem de habilidades sociais se dá através de uma série de mecanismos: experiência (os reforços ou consequências negativas que nossas condutas recebem nas interações sociais repercutem em sua repetição ou inibição); imitação de condutas de outras pessoas; instrução direta (indicações verbais de outras pessoas sobre condutas apropriadas); *feedback* de outras pessoas (informações verbais ou gestuais que os demais emitem sobre nossas condutas). Na compreensão desses autores, a aprendizagem de habilidades sociais por indivíduos cegos por meio dos mecanismos apontados é prejudicada dada a relevância das informações visuais. Investigações sobre habilidades sociais em cegos tem mostrado que esses sujeitos, quando comparados a videntes, apresentam atrasos significativos em tal aprendizagem (ESCRIBANO; ALONSO, 2005; MAIA; DEL PRETTE; FREITAS, 2008).

Como consequência das dificuldades na aprendizagem de habilidades sociais, os cegos apresentam tendência ao isolamento social. O isolamento, por sua vez, implica em maior dificuldade em desenvolver essas habilidades, uma vez que todos os mecanismos de sua aprendizagem se dão a partir de interações sociais (ESCRIBANO; ALONSO, 2008). Essas informações trazem ainda mais relevância à realização de atividades em grupo em turmas que envolvem estudantes cegos, pois pode favorecer o estabelecimento das interações sociais e

criar oportunidades para que esses indivíduos aumentem seu repertório de habilidades sociais.

Na literatura encontramos grande variedade de propostas para o trabalho em grupo sob o título de “aprendizagem cooperativa” (JOHNSON, JOHNSON; HOLUBEC, 1999; LOPES; SILVA, 2009; MONEREO; GISBERT, 2005). Apesar da multiplicidade de propostas é possível definir a aprendizagem cooperativa a partir das considerações de Johnson, Johnson e Holubec (1999, p.5):

A cooperação consiste em trabalhar juntos para alcançar objetivos comuns. Em uma situação cooperativa, os indivíduos procuram obter resultados que sejam benéficos para eles mesmos e para todos os demais membros do grupo. A aprendizagem cooperativa é o emprego didático de grupos reduzidos nos quais os alunos trabalham juntos para maximizar a sua própria aprendizagem e a dos demais.

Os métodos de aprendizagem cooperativa — há dezenas deles (LOPES; SILVA, 2009) — são propostas de trabalho em pequenos grupos que estão baseados nos princípios acima apresentados. Ainda que não se opte por um determinado método, acreditamos que a cooperação pode se constituir como um dos objetivos do trabalho em grupo.

Bonals (2003) apresenta uma proposta para o trabalho em pequenos grupos na sala que coincide com a ideia de trabalho cooperativo e pressupõe que para saberem trabalhar dessa forma os estudantes precisam ser ensinados. Nesse sentido, os elementos básicos a serem considerados são a formação dos grupos, o manejo de sua dinâmica, as tarefas e a avaliação.

Sobre a formação dos grupos recomenda que se recorra aos critérios: quantidade de integrantes; heterogeneidade ou homogeneidade; movimentação e permanência dos agrupamentos; preferências dos alunos e do professor.

A quantidade de integrantes do pequeno grupo variará de acordo com as tarefas que terão que cumprir. Entende-se que um grupo composto por quatro membros é conveniente à maioria das tarefas, pois facilita que todos se posicionem e sejam ouvidos em um intervalo de tempo não muito grande. A heterogeneidade é considerada importante para o trabalho em grupo, pois pode possibilitar a complementaridade de habilidades e conhecimentos conceituais. Bonals (2003) também

considera a mobilidade dos integrantes dos pequenos grupos, sendo que podem ter constituição fixa ou serem reagrupados a cada atividade. Concordamos com o autor quanto à conveniência de se trabalhar com grupos fixos por um período razoável, que pode ser de um bimestre letivo, tempo no qual relação entre os membros pode ser desenvolvida e aprimorada. Finalmente, é importante que o professor e os estudantes sintam-se confortáveis com os agrupamentos realizados. Isso quer dizer que as relações de afetividade devem ser respeitadas. Ainda que o trabalho em grupo possa contribuir para estreitar laços, não é conveniente forçá-los agrupando sujeitos com grandes divergências afetivas.

Em relação à dinâmica de trabalho, Bonals (2003) salienta a necessidade de que o professor tenha grande atenção a todo o processo que envolve a realização das tarefas. As intervenções devem ser feitas sempre que identificar conflitos e dificuldades na participação equilibrada de todos os estudantes. Nessas ocasiões pode favorecer que os estudantes reflitam sobre o que não está indo bem e auxiliá-los a pensar em maneiras de resolver os problemas.

A escolha das tarefas é outro elemento a ser considerado pelo professor. Os estudantes só trabalharão de modo cooperativo se a tarefa e os objetivos forem compartilhados entre os membros do grupo. Para tanto, Bonals (2003) propõe que se trabalhe a partir de problemas que possam originar pequenas investigações. Outros aspectos relevantes às tarefas são ressaltados: que permita o envolvimento de todos os integrantes do grupo, que tenha um nível adequado de dificuldade e que seja realizada mais facilmente em pequenos grupos do que individualmente; que os estudantes aceitem realizá-la e que disponham de informações, materiais e recursos suficientes para sua resolução.

O último aspecto ressaltado por Bonals (2003) é a avaliação. Uma vez que o trabalho em pequenos grupos é considerado um conteúdo de aprendizagem, é necessário que seja objeto de avaliação juntamente com os conteúdos conceituais que estejam sendo abordados através desse tipo de trabalho. A avaliação deve ser formativa e contínua. Assim, durante a realização das tarefas é necessário que se acompanhe a dinâmica dos grupos e identifique os conhecimentos manifestados pelos estudantes sobre como trabalhar cooperativamente. Quando for necessário fazer intervenções é importante que o professor favoreça aos estudantes a percepção de suas conquistas e dificuldades. Ou seja, a aprendizagem do trabalho em grupo deve ser um objetivo explícito de ensino e aprendizagem.

A proposta que Bonals (2003) apresenta aos professores que desejam promover o trabalho em pequenos grupos traz importantes contribuições em relação aos aspectos que devem ser considerados em seu planejamento e desenvolvimento. Aprender a trabalhar em pequenos grupos é um processo favorecido pelo professor que cria oportunidades em uma ação intencional, que planeja as tarefas e os agrupamentos de estudantes, acompanha a dinâmica de trabalho nos grupos e avalia continuamente os avanços e dificuldades.

Há variadas justificativas acerca da relevância do trabalho em pequenos grupos, das quais destacamos duas essenciais: porque a construção de conhecimentos se dá a partir de interações entre os sujeitos e a qualidade dessas interações depende de habilidades sociais que precisam ser aprendidas. O trabalho em pequenos grupos em sala de aula, particularmente na experimentação, ao mesmo tempo em que demanda essas habilidades, torna-se um espaço para favorecer a sua aprendizagem.

2.6 O ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

O Ensino de Ciências nos primeiros anos de escolaridade encerra uma série de desafios, sendo que a formação polivalente dos professores é apontada como um dos aspectos críticos (BIZZO, 1998). Lecionam nos cinco primeiros anos do ensino fundamental aqueles profissionais com formação em Pedagogia ou Magistério, os quais devem ensinar conhecimentos das várias áreas do conhecimento: Ciências, História, Geografia, Matemática e Língua Portuguesa.

O conhecimento do conteúdo de Ciências é frequentemente sinalizado como um dos obstáculos para esses profissionais. Longhini (2008) identificou relações entre a carência nos conteúdos de Ciências e a dificuldade dos professores dos anos iniciais em desenvolver planejamentos didáticos para ensinar esses conteúdos. Os professores tendem a recorrer ao livro didático, muitas vezes com erros conceituais, para sanar suas dúvidas. O autor também sinaliza que esses professores evitam lecionar conteúdos com os quais entendem ter menor familiaridade.

Delizoicov e Slongo (2011) salientam que o conhecimento superficial dos conteúdos leva os docentes a abordá-los de forma pouco interessante para os estudantes e nem sempre adequada. Esse fator também pode trazer insegurança aos docentes, fazendo com que muitas vezes sintam-se desinteressados em lecionar Ciências. No entanto, ainda

que seja uma justificativa frequentemente assinalada, o conhecimento dos conteúdos não pode ser considerado limite absoluto para o Ensino de Ciências nos anos iniciais. Um profundo conhecimento de todas as áreas do conhecimento presentes no currículo escolar é tarefa impossível para qualquer indivíduo. As autoras argumentam que é preciso superar a noção de que os professores dos anos iniciais possuem “déficit no domínio conceitual”.

Frente à ideia de que ensinar Ciências seria difícil por conta da complexidade de seus conteúdos, Bizzo (1998) salienta que esse ensino também não é fácil para os especialistas em Ciências, ou seja, os professores formados em Biologia, Física e Química. Isso porque a preocupação não deveria estar concentrada em supostamente transmitir uma lista de conhecimentos. Em perspectiva convergente com a de outros autores, como Carvalho (2013), Bizzo (1998) argumenta que os objetivos desse ensino não devem voltar-se somente à apropriação de produtos da ciência, seu conteúdo conceitual, mas da cultura da ciência, que se traduz como uma forma de pensar e agir diante do desconhecido:

O Ensino de Ciências deve proporcionar a todos os estudantes a oportunidade de desenvolver capacidades que neles despertem a inquietação diante do desconhecido, buscando explicações lógicas e razoáveis, amparadas em elementos tangíveis. Assim, os estudantes poderão desenvolver posturas críticas, realizar julgamentos e tomar decisões baseadas em critérios tanto quanto possível objetivos, defensáveis, baseados em conhecimentos compartilhados por uma comunidade escolarizada definida de forma ampla. (BIZZO, 1998, p.14).

Para alcançar esses objetivos, o autor salienta que não existem fórmulas mágicas, sendo um desafio para todos os docentes, especialistas ou não. As demandas formativas atuais não se limitam mais à acumulação de conteúdos, ou seja, não é do pleno domínio do corpo conceitual de uma área do conhecimento que depende o sucesso docente. Isso não significa que os conhecimentos científicos sejam considerados irrelevantes e que se esteja propondo um ensino centrado em conteúdos de natureza atitudinal ou procedimental.

Atualmente defende-se a perspectiva da formação para a cidadania, para que os estudantes sejam se apropriem de conhecimentos científicos para compreender e atuar em um mundo em que ciência,

tecnologia e sociedade estão profundamente relacionadas. Compreende-se que essa formação transcende a escola, sendo influenciada pelas experiências vivenciadas nos diferentes espaços dos quais os estudantes participam. Nessa perspectiva, Lorenzetti e Delizoicov (2001) argumentam sobre a necessidade de que o ensino escolar não seja dissociado do contexto em que a escola se insere. Os autores sugerem como possíveis atividades a serem desenvolvidas:

[...] o uso sistemático da literatura infantil, da música, do teatro e de vídeos educativos, reforçando a necessidade de que o professor pode, através de escolha apropriada, ir trabalhando os significados da conceituação científica veiculada pelos discursos contidos nestes meios de comunicação; explorar didaticamente artigos e demais seções da revista *Ciência Hoje das Crianças*, articulando-os com aulas práticas; visitas a museus; zoológicos, indústrias, estações de tratamento de águas e demais órgãos públicos; organização e participação em saídas a campo e feiras de Ciências; uso do computador da Internet no ambiente escolar. (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p.9).

As possibilidades assinaladas pelos autores envolvem meios de comunicação, materiais, espaços e situações do cotidiano dos estudantes como recursos auxiliares na tarefa de ensinar. Além disso, o contexto no qual a escola está inserida é entendido como possível objeto de estudo, como origem de questões a serem trabalhadas em sala de aula. Desse modo, caminha-se no sentido de formar sujeitos aptos a mobilizar os conhecimentos da ciência para interpretar o mundo para além dos muros da escola.

Se o Ensino de Ciências nos anos iniciais comporta dificuldades, que muitas vezes repercutem em sua não ocorrência (DELIZOICOV; SLOGO, 2011), a experimentação aparece de modo ainda mais incipiente. Ainda que muitos professores atribuam grande crédito às atividades experimentais, há indicativos de que elas são escassamente empreendidas. Ramos e Rosa (2008) investigaram os fatores que influem nesse quadro e identificaram como alguns dos responsáveis pela não realização de experimentos de forma sistemática: carências na formação inicial e continuada; falta de apoio das escolas; carência de material didático; remuneração insatisfatória como elemento

desestimulante na busca por práticas inovadoras; carga horária insuficiente para trabalhar com experimentos. Poderíamos acrescentar outros, como a sobrecarga de aulas para os professores e falta de técnico que auxilie a organizar o laboratório ou preparar materiais para a realização dos experimentos.

Como discutimos até aqui, há diferentes modos de compreender as dificuldades sinalizadas em relação ao Ensino de Ciências nos anos iniciais. Por vezes, as características formativas dos profissionais que atuam nessa etapa da escolaridade são compreendidas como limites para que tal ensino aconteça. Ciências da Natureza pode ser compreendida por alguns como uma área do conhecimento demasiadamente “difícil” para que o professor generalista dos anos iniciais seja capaz de ensiná-las (BIZZO, 1998). Em outra perspectiva, sem minimizar a importância dos conteúdos conceituais, defende-se que se favoreça aos estudantes a apropriação de uma forma de se posicionar diante do mundo; que aprendam a usar conhecimentos da ciência para compreender atuar na sociedade; que se tornem sujeitos questionadores, curiosos e que construam formas de procurar respostas aos seus questionamentos.

2.7 SÍNTESE E ENCAMINHAMENTOS

Procuramos elementos que aproximam cegos e videntes: problemas e possibilidades para a experimentação que fossem relevantes a todos os estudantes. Nossa preocupação é que, ao contemplar a diversidade, favoreçamos o processo de ensino e aprendizagem de todo o coletivo.

Em um primeiro momento nos aproximamos de um contexto problemático que envolve o trabalho com experimentos no Ensino de Ciências. Muitas vezes busca-se nessas atividades uma maneira de aproximar a realidade da sala de aula — ou “tornar a teoria palpável” (NEVES, 2012) — com a intenção admirável de superar um ensino marcadamente expositivo e livresco. No entanto, é preciso algo mais que observar fenômenos para aprender.

Apresentamos diferentes proposições e destacamos aspectos que consideramos importantes para ao trabalho com experimentos em sala de aula, mesmo que optemos por uma ou outra orientação metodológica. Identificamos elementos convergentes: o reconhecimento de problemas na origem do conhecimento (ainda que se tenham diferentes interpretações sobre a natureza desse problema); a valorização das ideias prévias dos estudantes sobre os objetos de estudo; o tratamento dessas ideias através de discussões entre os alunos e contrastes com a realidade

empírica, sob a orientação do professor; o trabalho em grupo; a comunicação e preocupação com a formação para a participação social.

Dentre os trabalhos que envolvem estudantes cegos também reconhecemos a valorização de alguns desses elementos, tanto em coletivos constituídos exclusivamente por indivíduos cegos e baixa visão (CAMARGO, 2005), quanto naqueles em que estão envolvidos cegos e videntes (FERREIRA, 2009). Já a Didática Multissensorial, focada na captação de informação observacional, ressalta a relevância de sentirmos o mundo através de todos os canais sensoriais: tato, olfato, paladar, audição e visão (SOLER, 1999). Para cegos, transformar o Ensino de Ciências pautado quase que exclusivamente em referenciais visuais é uma exigência. Para os videntes isso não quer dizer negar as informações visuais, mas ampliar as possibilidades de interação com o mundo, enriquecendo a quantidade e qualidade de informações obtidas.

Todas as propostas pressupõem interações entre os estudantes para a construção do conhecimento. A partir disso tomamos o trabalho em grupo como objeto de discussão e apresentamos a compreensão de que envolve atitudes e habilidades sociais que precisam ser aprendidas. Para tanto, analisamos proposta de Bonals (2003) sobre como trabalhar com pequenos grupos em sala de aula. O autor apresenta aspectos a serem considerados pelo professor que pretende desenvolver esse tipo de trabalho.

Com as contribuições das diferentes proposições apresentadas e discutidas é possível pensar em maneiras de planejar o trabalho com experimentos para conferir mais qualidade ao Ensino de Ciências. Uma expectativa que muitas vezes é reduzida à associação imediata entre experimentação e qualidade, o que já discutimos ser uma concepção ingênua que precisa ser superada.

3 SUJEITOS DA PESQUISA, OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES QUALITATIVAS, METODOLOGIA ANALÍTICA E PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO

Nosso percurso iniciou com a inquietação por buscar contribuições da experimentação para o processo de ensino e aprendizagem em Ciências em coletivos nos quais estivessem envolvidos cegos e videntes. Nesse sentido, construímos uma proposta metodológica para atividades experimentais em uma turma dos anos iniciais do ensino fundamental, da qual participava um cego. Essa construção teve inspiração nas contribuições da literatura e foi concluída a partir do estudo piloto realizado com os sujeitos de pesquisa.

Adiante, detalharemos os caminhos percorridos desde o encontro com os sujeitos de pesquisa até a realização da etapa final do trabalho de campo, com obtenção de informações qualitativas que pudessem nos auxiliar a alcançar os objetivos deste trabalho. Apresentamos os modos de obtenção de informações, a metodologia analítica, o estudo piloto e a nossa proposta para atividades experimentais.

3.1 PROCESSO INICIAL

Como em qualquer pesquisa que envolve seres humanos, foi preciso uma série de cuidados em relação aos sujeitos envolvidos. Em um primeiro momento seguimos as orientações da Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF) para a realização de pesquisas em suas unidades educativas (FLORIANÓPOLIS, 2012). A PMF delega à sua Gerência de Formação Permanente (GFP) a responsabilidade pela autorização e articulação dos projetos de pesquisa que envolvem os espaços e sujeitos dessas unidades.

Submetemos à GFP os documentos necessários à solicitação da autorização (FLORIANÓPOLIS, 2012): carta de apresentação/intenção e projeto de pesquisa. Em algumas semanas recebemos uma resposta oficial da GFP, que autorizava a realização da pesquisa em uma das escolas da Rede Municipal de Ensino (RME). O critério de seleção dessa unidade educativa foi a presença de um estudante cego e a disposição da direção e da professora da turma em receber a pesquisa. Quando solicitamos a autorização havia estudantes cegos em duas escolas da RME e apenas uma manifestou-se favorável em participar da pesquisa.

Somente após a autorização da GFP tivemos informações quanto à faixa etária dos estudantes envolvidos, ano de escolaridade e

viabilidade de nosso projeto de pesquisa. Com isso foi possível submissão e aprovação do projeto junto ao Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina.

A normalização do CEPSH determina que a participação de seres humanos em qualquer pesquisa esteja condicionada à autorização dos sujeitos de pesquisa (ou seus responsáveis legais) mediante assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Nesse documento os participantes são esclarecidos quanto à justificativa, objetivos, procedimentos, riscos, entre outros aspectos da pesquisa. Portanto, a professora da turma investigada e todos os estudantes receberam duas cópias do TCLE (APÊNDICE B) para apreciação de seus responsáveis, os quais tiveram a oportunidade de autorizar ou não a participação dos estudantes.

No início do ano letivo 2014 havia 29¹¹ alunos matriculados na turma investigada. Naquela ocasião foram encaminhados TCLEs para as suas famílias e 21 estudantes foram autorizados por seus responsáveis legais a participarem da pesquisa. A professora da turma em 2014 também assinou o TCLE. Em relação àqueles estudantes que não foram autorizados, tomamos o cuidado para que não fossem filmados nem usados materiais produzidos por eles como fonte de informações da pesquisa. No entanto, nenhum estudante foi excluído das atividades.

Outro fator a ser salientado é a preocupação com a preservação da identidade dos envolvidos, por isso não divulgaremos neste trabalho informações que identifiquem a escola onde a pesquisa foi realizada nem o nome dos participantes. Assim, todos os nomes usados no texto analítico são fictícios.

3.2 APRESENTAÇÃO DOS ENVOLVIDOS NA PESQUISA

O grupo investigado foi uma turma de estudantes do 3º ano do ensino fundamental de uma escola pública do município de Florianópolis — Santa Catarina. A turma constituía-se de estudantes na faixa etária entre 8 e 9 anos de idade, dentre eles um cego. Também foram envolvidas as professoras da turma nos anos letivos 2013 e 2014, a professora de educação especial e a professora auxiliar de atividades de ciências, das quais somente a professora da turma no ano 2014 foi sujeito da pesquisa sendo que as demais atuaram como nossas colaboradoras, de acordo com detalhamento a seguir.

¹¹ Houve pequenas variações na composição da turma no decorrer da pesquisa.

Quando usamos a denominação *professora da turma* nos referimos à professora de referência da turma, aquela com formação específica para docência nos anos iniciais e que a acompanha na maior parte do tempo. Os estudantes dos anos iniciais também possuem outros professores, como aquele responsável pelas aulas de educação física, mas não trabalham com esses profissionais.

Na escola que acolheu a pesquisa, a *professora de educação especial* trabalhava diretamente com o estudante cego. O atendimento oferecido consistia no desenvolvimento de atividades extraclasse, transcrição dos trabalhos que ele produzia em braille para tinta, auxílio na adaptação e produção de recursos didáticos para o uso em sala, orientação de professores e família, além de outras intervenções no sentido de promover a participação dessa criança no processo educativo. Essa professora contribuiu com nossa pesquisa ao compartilhar conhecimentos que possui sobre as especificidades e demandas do estudante cego.

Professor auxiliar de atividades de ciências é um profissional presente nas escolas da Secretaria Municipal de Educação de Florianópolis que possuem um laboratório de ciências. Sua atuação se dá principalmente nesse ambiente, onde deve auxiliar e ou substituir o professor no desenvolvimento de atividades relativas às ciências e promover articulação entre teoria e prática (FLORIANÓPOLIS, 2013). Na escola que acolheu nossa pesquisa a professora auxiliar de atividades de ciências desenvolve atividades relativas às Ciências da Natureza e Educação Ambiental com todas as turmas, ora auxiliando o professor, ora ela mesmo planejando e lecionando as aulas.

Em relação aos estudantes, a turma foi organizada em pequenos grupos e centralizamos a captação de informações naquele que participava o estudante cego. Nos momentos de discussão coletiva e socialização dos trabalhos em grupo a captação de informações deu-se em relação a toda a turma, com o cuidado de não captar imagens dos estudantes cujos responsáveis não autorizaram a participação na pesquisa.

Atribuímos nomes fictícios aos sujeitos citados na dissertação. A professora da turma de 2014 foi nomeada como Ana e os estudantes do pequeno grupo investigado como Maria, Joana, Tadeu e João, sendo esse último o cego. Estudantes de outros grupos aparecem ocasionalmente nas citações e também receberam nomes fictícios. Não atribuímos nomes aos demais professores envolvidos por aparecerem em poucos momentos nesse texto, nos quais são nomeados a partir de suas atribuições.

3.3 CONTRIBUIÇÕES DAS PROFESSORAS DA TURMA NA ELABORAÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

A interação com os profissionais envolvidos com a turma investigada foi iniciada meses antes da primeira intervenção em sala de aula. Ainda no ano letivo 2013, após a autorização da pesquisa pela PMF, fizemos algumas reuniões com a professora de educação especial que oferecia atendimento ao aluno, com a professora auxiliar de atividades de ciências e com a professora da turma.

Nas reuniões realizadas em 2013, essas profissionais nos informaram sobre peculiaridades do aluno cego, as dificuldades vivenciadas em seu ensino, bem como características gerais da turma. Ressalta-se que àquela época a professora da turma não era a mesma que a acompanhou durante pesquisa em 2014.

A professora da turma em 2013 e a professora responsável pelo laboratório de ciências tinham uma perspectiva diferenciada do aluno cego em relação à da professora de educação especial e puderam ressaltar algumas de suas características enquanto integrante de um coletivo constituído predominantemente por alunos videntes. Já a professora de educação especial na maior parte do tempo atuava exclusivamente com o menino cego, em momentos de atendimento especializado na sala de recursos. Por isso, e também por sua formação diferenciada, pôde contribuir de forma singular na compreensão das especificidades e necessidades desse estudante.

De acordo com os relatos da professora da turma e da professora auxiliar de atividades de ciências, o aluno cego era bastante disperso durante as aulas, sendo que em grande parte do tempo fazia brincadeiras sonoras com a boca e com o lápis, o que viemos a confirmar mais tarde durante o estudo piloto. Nas gravações, observamos que ele passava quase todo o tempo fazendo “brincadeiras sonoras” e movimentos frenéticos com o lápis. Comportamentos desse tipo são denominados estereotípias e trata-se de uma característica bastante comum em indivíduos cegos, sendo compreendidos como mecanismos de auto-conforto em resposta a situações de stress, ansiedade, tédio, entre outras (FAZZI et al., 1999).

As professoras manifestaram grande dificuldade em manter a sua concentração nas exposições e explicações docentes. Destacaram ainda a grande atenção que ele demandava. A professora da turma em 2013 afirmou que vinha trabalhando no sentido de promover sua autonomia, a qual entendia ser de grande importância para a participação nas atividades desenvolvidas em uma turma com quase 30 alunos. Na turma

existiam outros estudantes que exigiam atenção individualizada com frequência, principalmente aqueles, de acordo com a docente, com dificuldades no processo de alfabetização. A professora expressou sua angústia por não conseguir atender a todos.

Nesses encontros também discutimos a forma como a pesquisa poderia ser desenvolvida, os espaços e tempos disponíveis além dos assuntos a serem trabalhados. O laboratório de ciências e a sala de aula da turma foram os espaços utilizados para a realização das atividades. O primeiro foi usado somente no estudo piloto e a sala de aula foi o espaço em que ocorreram as intervenções da etapa final da pesquisa de campo. Nas aulas, realizadas em 2014, a pesquisadora atuou na posição de *professor auxiliar de atividades de ciências* e assumiu a regência em parceria com a professora da turma.

No que diz respeito à definição do conteúdo dos experimentos e o modo como essas atividades seriam articuladas com o trabalho desenvolvido em sala de aula, nossa intenção inicial era que fosse realizada em diálogo com a professora da turma. No entanto, encontramos dificuldades para a realização desse planejamento conjunto. Um diálogo assim demanda tempo e disponibilidade dos envolvidos. A dinâmica do cotidiano escolar deixou poucos espaços para nossa interação. Adiante, apresentaremos como se deu a decisão pelos assuntos abordados nas atividades em cada etapa da pesquisa. Buscaremos evidenciar os espaços disponíveis e os limites para nossa atuação, os quais influenciaram nossas escolhas metodológicas e teóricas.

3.3.1 As interlocuções com as docentes para construção da proposta e das atividades experimentais

As discussões para o planejamento do estudo piloto foram realizadas ainda em 2013. Era preciso decidir a orientação teórica da proposta de experimentação, delimitar o conteúdo das atividades (considerando a referência curricular da turma) e articulá-las ao trabalho desenvolvido pela professora em sala de aula.

Em 2013, quando iniciamos as discussões para o planejamento do estudo piloto, a referência de programa curricular para a turma era o livro didático adotado pela escola, situação que também encontramos em 2014. Nos dois anos letivos a turma trabalhou com os livros didáticos da coleção Caminhos: Ensino Fundamental (GABARDO et al., 2011a; GABARDO et al., 2011b). O material integrava as várias áreas do conhecimento em um único livro. As professoras, geralmente,

trabalhavam os conteúdos de acordo com a ordem em que apareciam na publicação.

Em relação ao currículo, desde a década de 1980 a RME vivenciou diferentes momentos de discussão e revisão curricular — em alguns deles com amplo envolvimento de seus educadores, como é o caso da Proposta Curricular de 2008 (FLORIANÓPOLIS, 2008). Esse documento sintetiza discussões que ocorreram durante dois anos, das quais participou grande parte dos educadores da RME através de grupos de estudos, grupos de formação, seminários temáticos, palestras e oficinas. Unidades educativas e professores deveriam tê-lo como referência para a elaboração de projetos políticos pedagógicos e planos de ensino.

Atualmente convivem dois documentos curriculares, pois em 2011 foi publicada a Matriz Curricular (FLORIANÓPOLIS, 2011), que traz uma relação de conteúdos a serem abordados em cada ano de escolaridade. A Proposta Curricular (FLORIANÓPOLIS, 2008), também trazia indicações de conteúdos curriculares, mas conferia maior liberdade ao professor para decidir quando abordar cada conteúdo.

Destacamos da política curricular do município o caráter participativo da elaboração dos documentos de orientação curricular. Reconhecemos, principalmente na Proposta Curricular, esforços para provocar o envolvimento dos educadores da RME na discussão e construção de referências curriculares. Isso representa um aspecto positivo e coaduna com as discussões no campo da teoria do currículo nas quais se defende o engajamento da comunidade escolar nesse processo (MOREIRA, 2000). No entanto, o cotidiano nos tem mostrado situações paradoxais como a que ocorreu com a turma investigada, em que a referência curricular era o livro didático e não esses documentos.

Não é nosso objetivo investigar os fatores condicionantes de tal problema nesse momento, embora reconheçamos a relevância de discussões nesse sentido. Entendemos que uma política curricular compreende elementos que vão além da construção de documentos norteadores e que a assunção dos pressupostos e orientações desses documentos estão relacionados, por exemplo, a um processo formativo contínuo de seus educadores e de suas condições de trabalho.

Diante desse contexto curricular, analisamos o livro didático usado pela turma em 2013 (GABARDO et al., 2011a) em busca dos assuntos que ainda seriam tratados na área de Ciências da Natureza que poderíamos abordar em nossas intervenções. Dentre eles selecionamos o assunto Consumo e Desperdício, que, no livro, era

abordado através de algumas atividades relacionadas, principalmente, ao consumo racional de energia e água.

Tomando como referência esse assunto, planejamos abordar a técnica de reciclagem de papel em o nosso estudo piloto (APENDICE C). Ao considerarmos essa atividade, avaliamos que os procedimentos de reciclagem de papel não recorriam essencialmente à visão, não sendo necessárias adaptações significativas no processo tradicional. Adiante, detalharemos os objetivos e encaminhamento da atividade.

Problemas fizeram com que não houvesse tempo para o desenvolvimento do estudo piloto em 2013, o que fez com que fosse empreendido apenas no início do ano letivo 2014 (março) com a colaboração da nova professora da turma. Embora envolvesse uma atividade experimental, o estudo foi desenvolvido ao longo de três encontros (total de 3 horas e 40 minutos). Isso por que a reciclagem de papel é uma atividade que demanda tempo razoável, tanto para a execução da técnica quando para a secagem do papel e conclusão do processo.

Esperava-se que o estudo permitisse avaliar a pertinência dos instrumentos e as possíveis limitações do modo como a atividade foi proposta, identificando os aspectos que deveriam ser reconsiderados a fim de elaborarmos nossa proposta de experimentação e alcançarmos nossos objetivos de pesquisa.

O diálogo com a professora da turma em 2014 foi iniciado logo no início do ano letivo. É o primeiro ano da professora Ana (nome fictício), como docente na RME, sendo que sua experiência anterior se deu em escolas da rede particular.

Ana compartilhou o espaço de suas aulas para o estudo piloto. Ainda que tenha sido planejado no ano anterior com a referência do programa curricular do período, a professora considerou conveniente o desenvolvimento do que já havia sido planejado por tratar-se de um assunto de transversalidade curricular.

Para decidirmos que assuntos seriam tratados nas atividades seguintes, relacionadas à pesquisa propriamente dita, analisamos a matriz curricular do município (FLORIANÓPOLIS, 2011) e o livro didático utilizado pela turma (GABARDO et al., 2011b). Ana identificou lacunas no programa presente no livro didático que considerava importantes serem trabalhadas e sugeriu que constituíssem os assuntos abordados nas atividades da pesquisa.

Dentre os assuntos considerados pela professora estava a temática da água, que é constituída de uma série de problemas que poderiam ser explorados com as crianças. Em nossas discussões decidimos abordar

duas questões nos experimentos: a importância da água para os seres vivos e potabilidade, ou seja, as condições necessárias à água para que esteja apropriada ao consumo humano. Após essa decisão mantivemos contato através de mensagens de correio eletrônico para discutir ideias sobre as atividades que seriam desenvolvidas.

Os experimentos que planejamos para a segunda etapa da pesquisa foram concebidos a partir da análise do estudo piloto e das readequações que fizemos em nossa proposta de atividade experimental. Os planejamentos dessas aulas são apresentados no APÊNDICE D e o do estudo piloto no APÊNDICE C. Um panorama sucinto das intervenções realizadas na pesquisa de campo é apresentado a seguir, no Quadro 1.

Resta salientar a produtiva interação que estabelecemos no decorrer das aulas. Professora Ana foi muito participativa no desenvolvimento das atividades e compartilhou com a pesquisadora a responsabilidade pela regência da turma. Também contribuiu com considerações sobre o trabalho desenvolvido, as dificuldades e os pontos que precisariam ser repensados nas atividades. No entanto, essas considerações foram manifestadas predominantemente no decorrer das atividades ou logo após a elas. Vivenciamos dificuldades para o estabelecimento de um diálogo efetivo para o planejamento e avaliação das atividades em decorrência da pouca disponibilidade de tempo para realizarmos reuniões.

Há indicativos de que a dificuldade vivenciada pela professora da turma e pela pesquisadora na construção colaborativa das atividades está presente também nas interlocuções entre os professores dos anos iniciais e os professores auxiliares de atividades de ciências. Neves (2012) identificou a ausência de tempo para planejamento coletivo como um dos limites à atuação desses profissionais. Nos anos seguintes à sua pesquisa, obtiveram algumas conquistas, como a inclusão da hora atividade na carga horária de trabalho — tempo reservado a atividades de planejamento e formação continuada. No entanto, ainda persiste o problema da falta de tempos e espaços que viabilizem o planejamento coletivo entre o professor do laboratório e o professor da sala de aula.

Quadro 1 – Panorama das atividades experimentais desenvolvidas na pesquisa

Assunto	Objetivo Geral	Conteúdos	Datas e duração das aulas
Reciclagem de papel (Estudo Piloto)	Refletir sobre os resíduos produzidos cotidianamente e considerar maneiras de reduzir a produção de lixo, contribuindo para a construção de posturas ambientalmente responsáveis.	Reciclagem; transformações; trabalho em grupo.	11/03/2014 (45 min) 18/03/2014 (90 min) 25/03/2014 (68 min)
A importância da água para os vegetais	Contribuir para a compreensão sobre a importância da água para os seres e para a aprendizagem sobre o trabalho em grupo.	Desenvolvimento dos vegetais; importância da água; trabalho em grupo.	26/06/2014 (76 min) 03/07/2014 (83 min)
Potabilidade	Questionar as ideias dos estudantes sobre as características necessárias à água para que esteja apta ao consumo humano, promover o reconhecimento da necessidade de cuidados para adequá-la a esse consumo, bem como a aprendizagem do trabalho em grupo.	Potabilidade da água; trabalho em grupo.	08/07/2014 (60 min)
Tratamento de água - Filtração	Apropriar-se de um dos procedimentos envolvidos no tratamento de água, discutir sua importância e limitações e favorecer a aprendizagem do trabalho em grupo.	Potabilidade da água; filtração; trabalho em grupo.	10/07/2014 (92 min)

3.4 OBTENÇÃO E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES QUALITATIVAS

As informações qualitativas foram obtidas das aulas em que desenvolvemos a proposta de experimentação cujas contribuições e limitações ao ensino e aprendizagem almejamos caracterizar. Para coletar informações nesse contexto foi preciso considerar que instrumentos seriam mais apropriados.

Carvalho (2006) apresenta uma proposta para captação de informações em pesquisas em sala de aula baseada no uso do vídeo. A pesquisadora afirma que o recurso ao vídeo representou uma revolução nesse tipo de pesquisa por possibilitar uma riqueza de informações que nem o observador mais atento poderia captar através de um diário de bordo. O vídeo permite que se reveja a mesma aula quantas vezes for necessário, com atenção a diferentes aspectos dependendo dos problemas de pesquisa explorados.

Consideramos o vídeo um instrumento apropriado para nossos propósitos pelas possibilidades ressaltadas por Carvalho (2006). Além disso, a pesquisadora atuou como professora auxiliar de atividades de ciências nas aulas analisadas, sendo impossível atuar como observadora.

Nosso interesse foi o processo de ensino e aprendizagem no trabalho de um pequeno grupo em atividades experimentais com um estudante cego. Por esse motivo centramos a captação de áudio e vídeo nesse grupo e nos momentos de discussão coletiva, em que se estabeleceram interações entre seus membros, também videogravamos o restante da turma e as professoras.

Embora proporcione uma grande riqueza de informações, a captação de imagens e som demanda um aparato técnico que adiciona complexidade ao trabalho do pesquisador. Carvalho (2006) recomenda o planejamento da gravação em colaboração com um técnico de vídeo. Nossa experiência ratifica tal necessidade.

Importavam-nos, sobretudo, as falas dos indivíduos do pequeno grupo do qual participava o estudante cego. No estudo piloto captá-las resultou em grande dificuldade, pois nos momentos de trabalho em pequenos grupos havia muito ruído na sala e com isso perdemos informação potencialmente relevante para a análise. Era uma questão já prevista para o piloto, que, entre outros objetivos, também se destinava à validação dos instrumentos de coleta. Nas intervenções da segunda etapa da pesquisa foram utilizados dois microfones lapelas nos estudantes do pequeno grupo para captação de áudio e duas câmeras para captação de vídeo e áudio, uma direcionada ao pequeno grupo e a outra à região

frontal da sala de aula — onde foram feitas as explicações das docentes (professora da turma e pesquisadora) e as comunicações dos estudantes.

Reconhecemos que o ambiente de sala de aula é alterado pela presença da pesquisadora e dos instrumentos de obtenção de informações. Carvalho (2006) chama a atenção para esse fator, mas argumenta que qualquer instrumento que se utilize em uma pesquisa, seja ela em um laboratório de biologia ou em sala de aula, irá interferir no fenômeno a ser estudado. Em nossas intervenções os sujeitos da pesquisa se relacionaram bem com o aparato de gravação. Tomamos o cuidado de conversar com os estudantes com antecedência, explicando o trabalho que seria realizado, seus objetivos e os instrumentos que seriam usados. Aos alunos do grupo de interesse foram apresentados um a um os equipamentos e também puderam experimentar o gravador e ouvir um trecho de gravação com suas vozes. A primeira atividade experimental só foi iniciada depois que todos já haviam estabelecido certa interação com os equipamentos de gravação. No decorrer das aulas não percebemos problemas em relação à presença das câmeras e microfones e é possível que os cuidados que tomamos tenham contribuído nesse sentido.

Os registros de áudio foram transcritos e recorremos às convenções e aos códigos apresentados por Carvalho (2006) — relacionados no ANEXO A. Fomos fiéis às falas presentes nas gravações, não utilizamos sinônimos nem correções gramaticais. Apenas corrigimos questões relacionadas à pronúncia de palavras (por exemplo, redigindo verbos com a terminação 'r', ainda que o fonema correspondente não tenha sido pronunciado).

Também recolhemos os registros escritos feitos por todos os estudantes no decorrer das aulas. Constituem respostas a questões apresentadas pela pesquisadora em relação aos assuntos estudados. As questões em que se solicitaram os registros são apresentadas nos APÊNDICES C e D (planos de aula das atividades desenvolvidas no estudo piloto e na etapa final da pesquisa de campo).

O terceiro instrumento com que trabalhamos foi o diário de aula, escrito pela pesquisadora (atuando como professora auxiliar de atividades de ciências), sendo constituído de suas impressões e reflexões acerca do que aconteceu durante as aulas (ZABALZA, 2004). No diário, escrito após as intervenções, buscou-se registrar episódios considerados importantes e também as impressões pessoais sobre eles, evidenciando principalmente as dificuldades enfrentadas. O diário de aula se constitui em uma ferramenta na qual a pesquisadora expressa seus enfrentamentos enquanto docente, ou seja, as dificuldades e sucessos

percebidos no processo de ensino e aprendizagem mediado pelas atividades experimentais. Ressalta-se, todavia, que os registros feitos no diário não constituíram o *corpus* de análise.

Com os instrumentos utilizados foi possível captar informações desde diferentes perspectivas: a) as interações entre estudantes e professores nos pequenos grupos e as interações coletivas através dos registros de áudio e vídeo; b) os registros escritos dos estudantes orientados por questões propostas pelo professor; c) as impressões da pesquisadora sobre suas intervenções como professora através do diário de aula.

Como metodologia analítica recorreremos à Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2013). Consiste em um processo de leitura, desmontagem, categorização e construção dos textos analíticos a partir das compreensões construídas pelo pesquisador. O conjunto de textos resultantes da transcrição das gravações e os registros dos estudantes constituíram o nosso *corpus*. O diário de aula nos apoiou na compreensão do que se passou nas aulas, mas não foi objeto de análise.

Na Análise Textual Discursiva, o *corpus* é unitarizado, ou seja, desmontado em unidades de significado que dizem algo a respeito dos objetivos da investigação. Outro movimento da metodologia é a categorização, em que as unidades são reunidas de acordo com similaridades de significado de maneira a constituir categorias. Isso é feito desde o olhar do pesquisador fundamentado teoricamente. O terceiro elemento da metodologia é a comunicação, ou seja, a construção do texto analítico.

O processo não é constituído de etapas estanques: ao unitarizar já se começa a interpretar e categorizar, ao categorizar é possível retornar ao *corpus* inicial e destacar novas unidades. A comunicação se dá através da produção escrita, que é ao mesmo tempo comunicação e aprendizagem, como sustentam Moraes e Galiazzi (2013). Não existe um momento reservado à escrita depois da análise, pelo contrário, a construção de compreensões se dá à medida que se escreve:

“[...] a compreensão e clareza vão se constituindo como processo construtivo gradual, em que, somente ao final, se terá o texto em sua integralidade e em sua clareza mais avançada.” (MORAES; GALIAZZI, 2013, p. 97).

No que diz respeito à construção das categorias, existem três possibilidades: trabalhar com categorias *a priori* (pré-definidas pelo

pesquisador a partir das teorias de referência), categorias emergentes (emergem das relações estabelecidas na análise) ou com categorização mista, articulando categorias *a priori* e emergentes. Optamos por trabalhar com categorias emergentes.

Com o material coletado no estudo piloto ensaiamos a construção de categorias de análise, apesar da quantidade de informações textuais ter sido relativamente pequena em função dos problemas com os equipamentos de captação de áudio, aos quais já nos referimos. A partir da análise do estudo piloto foi possível identificar algumas contribuições e limitações da proposta inicial de experimentação. Com essas informações reelaboramos a proposta e planejamos novas atividades experimentais, que foram desenvolvidas com a turma na etapa final da pesquisa de campo.

Finalmente, ressaltamos nosso entendimento de que uma pesquisa não pode limitar-se à sua qualidade formal, à construção de compreensões sobre os fenômenos, mas também precisa assumir qualidade política “[...] feita de utopias e esperanças, ideologias e compromissos, influências e artes, participação e democracia” (DEMO, 2006, p. 20). Qualquer pesquisa pode ser um instrumento político para manutenção ou transformação das estruturas sociais.

Manifestamos já na introdução da dissertação, e como justificativa da pesquisa, nosso compromisso político com a transformação das práticas predominantes atualmente nos processos de ensino e aprendizagem — problemáticas seja para cegos, seja para videntes. Este trabalho é colocado a serviço de nossas utopias e esperanças em relação à construção de novas práticas educativas. Os pressupostos da Análise Textual Discursiva são coerentes com tal perspectiva de pesquisa, pois é entendida não apenas como um modo de apreender significados dos discursos e comunicá-los, mas também em um modo de intervenção nesses discursos (MORAES; GALIAZZI, 2013).

3.6 ESTUDO PILOTO: ATIVIDADE EXPERIMENTAL E ANÁLISE DAS INTERVENÇÕES

Exploramos a técnica de reciclagem artesanal de papel com o objetivo de provocar reflexões sobre os resíduos produzidos na sociedade, bem como maneiras de reduzir a produção de lixo, contribuindo para a construção de posturas ambientalmente responsáveis.

Problemas impossibilitaram o desenvolvimento do trabalho no ano letivo 2013 em articulação com a exploração do tema pela professora da turma. Em 2014, já possuíamos o planejamento e os materiais organizados para a reciclagem de papel e decidimos realizar a intervenção, com a concordância e apoio da nova professora da turma. Entendemos que o fato de desenvolver a atividade experimental de forma isolada limitou muito o seu potencial. Por outro lado, atendeu às demandas de um estudo piloto e contribuiu para o conhecimento de características da turma, de limites e potencialidades da proposta e dos instrumentos de coleta de informações. A seguir, apresentaremos uma síntese de nosso planejamento e a análise do estudo piloto.

3.6.1 Atividade experimental: a reciclagem de papel

Em nosso planejamento, cujo conteúdo integral é apresentado no APÊNDICA C, estruturamos a atividade experimental em três etapas. A *Etapa 1* foi desenvolvida no primeiro encontro com a turma, com a duração de aproximadamente 40 minutos. Iniciou com a apresentação de alguns objetos que poderiam ser encontrados no lixo de um domicílio comum (variados tipos de embalagens e papel) acompanhados de duas questões para que os estudantes discutissem e registrassem as conclusões do grupo. Nossa intenção era que explicitassem o conhecimento que possuíam sobre o seu destino após o descarte. Em seguida, os grupos expuseram suas conclusões — previamente registradas — e a discussão foi orientada no sentido de favorecer o reconhecimento da possibilidade de dar para aqueles materiais destinos alternativos ao descarte em um aterro sanitário. Ao término da etapa, os estudantes foram questionados sobre possíveis destinos para o papel até que se encontrou espaço para a introdução da questão: *Como o papel usado pode se transformar em papel novo?* A resposta foi estudada com a mediação da vivência da técnica de reciclagem, que envolve uma série de transformações no papel usado como matéria prima.

A *Etapa 2* foi a reciclagem do papel, processo que envolve uma sequência de ações nas quais o papel usado é fragmentado, transformado em polpa e novas folhas são produzidas. Todo o processo é um trabalho manual e não criamos adaptações nos procedimentos para o estudante cego, apenas incluímos aspectos que acreditávamos contribuir para a sua participação. Adiante, discutiremos os problemas que enfrentamos ao ter desconsiderado a dimensão visual da técnica.

A segunda etapa foi desenvolvida em dois encontros, ambos com aproximadamente 1 hora e 30 minutos de duração, no primeiro ocorreu a

produção do papel e no segundo a análise do resultado, momento em que se solicitou aos estudantes as características do papel reciclado em comparação com amostras do papel que foi usado como matéria-prima. Na conclusão da etapa, apresentamos para os pequenos grupos uma questão que tinha como objetivo fazer com que mobilizassem os conhecimentos construídos sobre as transformações sofridas pelo papel para a introdução do conceito de reciclagem: *Vocês receberam um artesanato feito com garrafas de plástico. Vocês diriam que as garrafas de plástico foram recicladas? Por quê?*

Para a *etapa 3* planejamos apresentar uma questão relacionada à situação inicial, ou seja, a relação dos estudantes com os resíduos domésticos. Os materiais apresentados na primeira etapa seriam disponibilizados novamente aos pequenos grupos e solicitaríamos que discutissem e respondessem a questão: *Imaginem que todo o material da caixa foi jogado no lixo por uma família. O que esta família poderia fazer para diminuir a quantidade de lixo que produz?* No entanto, não foi possível cumprir com esta etapa. As atividades anteriores tomaram mais tempo que o planejado e foi necessário interromper o planejamento.

Para o desenvolvimento dessas atividades foram disponibilizadas ao estudante cego a máquina perkins — instrumento usado para a escrita em braille — e adaptações em braille do material impresso utilizado pela turma (questionários e roteiro experimental).

3.6.2 Análise do estudo piloto

Na análise das informações obtidas nas intervenções do estudo piloto atentamos para a potencialidade e os limites da atividade proposta em oferecer contribuições ao processo de ensino e aprendizagem dos sujeitos envolvidos e para a qualidade dos instrumentos de obtenção de informações qualitativas. O diário de aula da pesquisadora contribuiu na superação da lacuna em relação às gravações das aulas (perdas na captação das falas dos estudantes). A seguir, apresentamos as categorias que emergiram da análise, são elas: tomada de decisão no pequeno grupo; a disponibilidade para com as necessidades dos demais; os conhecimentos prévios dos estudantes; experiências sensoriais.

3.6.2.1 Tomada de decisão no pequeno grupo

Um dos objetivos das atividades desenvolvidas relacionava-se à aprendizagem do trabalho em pequenos grupos. A necessidade de tomar

decisões a partir de discussões é uma das características desse tipo de trabalho, que demanda tanto a capacidade de ouvir quanto a de se posicionar (BONALS, 2003). As interações entre os estudantes do pequeno grupo investigado evidenciaram dificuldades em estabelecer uma interação dessa natureza. Um dos membros — Maria — tomou a frente da maioria das tarefas do grupo, inclusive nos momentos de deliberação sobre as respostas às questões propostas e sobre a distribuição de tarefas entre os membros.

Em diferentes momentos solicitou-se que os grupos tomassem decisões, como a definição de um estudante para realizar determinada tarefa:

P.P.¹²: — já vão decidindo quem que vai ser o leitor no grupo... depois na hora de ler pra mim as respostas também tem que ter um leitor...

(Transcrição da aula 1 do estudo piloto)

Algum tempo depois da solicitação, a docente aproxima-se do grupo, questiona quem seria o responsável pela leitura e a estudante Maria se apresenta como tal. No entanto, em nenhum momento da interação anterior entre os estudantes foi possível reconhecer alguma discussão para a definição do leitor. Com isso, avalia-se a necessidade de orientar os estudantes na distribuição de atribuições dentro do pequeno grupo.

Outro aspecto que se destacou nas aulas foi o modo como foram tomadas as decisões quanto às respostas dos questionamentos apresentados. No trecho a seguir, tentam discutir para chegar a uma resposta:

Maria: — tá... ó... deixa eu ver... ó... escuta João... quais destes materiais vocês e as suas famílias jogariam no lixo?... quais materiais?... um potinho de bolo... a caixinha de ovo... os copos ou pote de Nescau@?... ou papel... ou rolo de papel higiênico?...

Tadeu: — rolo de papel higiênico...

¹² A pesquisadora atuou nas intervenções como professora auxiliar de atividades de ciências. Será denominada nas citações como P.P., abreviação da denominação professora-pesquisadora. Para professora da turma usaremos a abreviação P.Ana. Para os estudantes, recorreremos aos nomes fictícios: Maria, Joana, Tadeu e João, sendo esse último cego e os demais videntes.

Maria: — será?...

Maria: — ô João... João... qual tu acha?... João... qual tu acha que é?...

Tadeu: — o papel também...

João: — PAPEL HIGIÊNICO...

Maria: — tá... vai... a gente vai escrever rolo de papel higiênico...

(Transcrição da aula 1 do estudo piloto)

O trecho mostra certo esforço para que a decisão sobre a resposta seja tomada em grupo. No entanto, os estudantes evidenciam dificuldades em construir uma discussão, sendo que a resposta é decidida precipitadamente sem que todas as ideias do grupo sejam consideradas — Joana sequer chega a se manifestar.

Tomar decisões baseadas no diálogo é considerado por Bonals (2003) como um dos conhecimentos mais importantes a serem conquistados através do trabalho em pequenos grupos. Esses estudantes manifestaram esforços em cumprir com as solicitações das professoras referentes à discussão das respostas. Mas essa tarefa parece ter sido cumprida com certa artificialidade, uma vez que eles não estavam habituados a esse tipo de atividade¹³.

Outro problema evidenciado no trecho é compreensão que os estudantes tiveram da questão, o que pode ter contribuído para a forma como a resposta foi decidida. Objetivava-se identificar o conhecimento de cada um sobre os possíveis destinos dos materiais analisados (lixo ou outros). Não foi uma questão elaborada com a finalidade de gerar uma “negociação” no grupo sobre qual a resposta mais adequada, mas de expor o conhecimento de seus membros. Um fator que pode ter contribuído para o modo como a tarefa foi empreendida, apontado logo após a aula pela professora Ana, é o fato de termos apresentado uma questão de caráter pessoal — os estudantes poderiam ter diferentes vivências em relação ao descarte de resíduos — para que o grupo elaborasse uma resposta coletiva. Reconhecemos que isso pode ter sido uma limitação de nosso planejamento. Uma alternativa para quando quisermos fazê-los manifestarem suas vivências e posicionamentos pessoais é apresentar as questões para que cada estudante responda individualmente. No entanto, é conveniente reservar um momento após o registro individual para a socialização e discussão.

¹³ A professora da turma no ano de 2013 relatou que desenvolveu poucas atividades em pequenos grupos com essa turma.

Identificamos conhecimentos sobre o trabalho em grupo que dificultaram uma participação equilibrada de seus membros. Em relação à tomada de decisões, parece estar presente ideia de que sempre deve existir uma única resposta correta a qual poderia ser apresentada pela estudante Maria, que de modo geral destaca-se nas tarefas propostas nas aulas e talvez seja tomada como referência de “boa aluna” pelos colegas.

3.6.2.2 A disponibilidade para com as necessidades dos demais

Parte dos estudantes manifestou atenção às necessidades dos colegas e mobilizou-se para satisfazê-las. Essa postura foi mais evidente em relação ao estudante cego:

Maria: — sente esse boneco...

João: — é de quem?...

Maria: — é da Beatriz... olha... isso aqui é o corpinho...

João: — Beatriz?...

Maria: — a nossa professora¹⁴... uma cabeça de isopor...

João: — e o que que é essas tampas aqui?...

Maria: — é o braço...

João: — é o braço?...

Maria: — é...

(Transcrição da aula 3 do estudo piloto)

Maria busca responder à necessidade de realizar observações táteis apresentada por João. Esse estudante iniciou poucas interações com os colegas relativas às tarefas, sendo que a maioria delas relacionou-se a questões externas às atividades, por exemplo:

João: — Eu vou jogar o (pincher)... Vamo?... jogar o (pincher)...

(Transcrição da aula 1 do estudo piloto)

[...]

¹⁴ Trata-se da pesquisadora, que nas intervenções assumiu a regência das aulas em posição análoga a de um professor auxiliar de atividades de ciências.

João: — ó... olha a minha força... com a minha força eu acabo até com um freio de mão de um carro... quer ver minha força?...

(Transcrição da aula 3 do estudo piloto)

Diante do reconhecimento das necessidades de João houve disponibilidade de seus colegas para auxiliá-lo na realização das tarefas, observações e registros. Saber ajudar é considerado um importante desafio de aprendizagem no trabalho em pequenos grupos (BONALS, 2003) e os estudantes videntes deram sinais desse conhecimento.

As posturas dos estudantes podem estar relacionadas à rotina da turma, em que João geralmente é acompanhado por colegas em atividades fora da sala de aula. Os acompanhantes são revezados diariamente e espera-se que o aluno cego nunca fique desamparado. Desse modo, parece tratar-se de uma conduta com a qual as crianças já estão habituadas. Consideramos, no entanto, alguns aspectos desfavoráveis no comportamento dos estudantes, tanto dos colegas como do próprio João.

João tem pouco espaço para reconhecer suas tarefas e necessidades, frequentemente há alguém ditando o que deve fazer. Por exemplo, na primeira aula do estudo piloto os alunos deveriam registrar as respostas dadas pelos seus grupos às questões apresentadas. Imediatamente após decidirem uma resposta começavam a soletrá-la:

Joana: — tá... rolo de papel higiênico... e agora é a ((questão)) dois ó... o que acontece com os materiais que estão colocados no lixo?...

((intervalo inaudível de poucos segundos))

Maria: — João... agora faz o R...

(Transcrição da aula 1 do estudo piloto)

João não precisava que as palavras lhe fossem soletradas. Ainda que precisasse, seria importante que participasse da decisão sobre o conteúdo dos registros e que soubesse quais as palavras escreveria com as letras informadas. Desse modo, os estudantes manifestam a necessidade de ampliar o seu conhecimento sobre a ajuda, aprendendo a diferenciar, em cada situação, o que é ajudar e o que não é. Como perspectiva, seria importante explorar a noção de que ajudar não

significa fazer algo no lugar de alguém, mas auxiliá-lo a fazer algo que hoje ainda não consegue fazer sozinho para que depois consiga fazê-lo com autonomia.

A cegueira de João implica em aprendizagens atitudinais para o coletivo. É importante poder contar com a disposição em ajudar e o respeito dos colegas. João, por sua vez, manifesta a necessidade aprender a identificar as situações em que precisa de ajuda e a buscá-la, uma vez que as ações nesse âmbito partiram predominantemente de seus pares. Essa necessidade também é identificada em outros estudantes do grupo. Além disso, o sujeito cego não precisa ser sempre o objeto da ajuda, ele também pode e deve contribuir ao trabalho do grupo, como todos os outros colegas, cada qual com suas limitações e potencialidades (FERREIRA, 2009).

Identificou-se também que Maria e Joana se preocupam com o fato de Tadeu ter dificuldades para fazer leituras em voz alta e buscam auxiliá-lo. No trecho a seguir, João tenta falar algo para Maria, que não conseguimos transcrever, e ela responde:

Maria: — tô esperando o Tadeu pra poder ajudar ele... porque ele não sabe ler..

(Transcrição da aula 3 do estudo piloto)

Ainda que os conhecimentos que os estudantes possuem sobre ajudar e deixar-se ajudar precisem tornar-se mais elaborados, obtemos indicativos de que parte deles possui disponibilidade para com as necessidades dos colegas. Maria e Joana destacaram-se como aquelas que mais ofereceram auxílio e Tadeu e João como aqueles que recebem. Consideramos que o trabalho em grupo possa contribuir para evoluções no modo como os estudantes auxiliam uns aos outros.

3.6.2.3 Os conhecimentos iniciais dos estudantes

O trabalho desenvolvido permitiu que se reconhecessem compreensões discentes sobre o assunto em estudo. Planejou-se na primeira etapa apreender as suas vivências em relação ao descarte de resíduos e as ideias sobre os destinos dos materiais descartados no lixo. Foram apresentados alguns objetos e questionou-se quais deles poderiam ser jogados no lixo pela família dos alunos e o que acreditavam que acontecia com os materiais depois desse tipo de

descarte. As respostas variaram entre os grupos¹⁵. Apenas um grupo respondeu que todos os materiais seriam jogados no lixo por suas famílias. Os outros apresentaram destinos alternativos além do lixo, como no exemplo a seguir:

P.P.: — e pro copinho de guache... aquele grupo e este aqui já tinha dito que servia para guardar moeda.... dá pra fazer mais alguma coisa?

Carlos: — Isto aqui?... é... dá pra guardar bolinha de gude

(Transcrição da aula 1 do estudo piloto)

Outra possibilidade apresentada foi reaproveitamento dos resíduos por pessoas que passam na rua e pegam objetos úteis que foram descartados no lixo:

P.P.: — Olha só... várias coisas podem acontecer aqui hein... já surgiram 3 sugestões diferentes... o Carlos lá falou que manda pro reciclável... ele falou que vai pro lixão... ele falou que pode passar pessoas na rua e pegar alguma coisa dali...

(Transcrição da aula 1 do estudo piloto)

Em seguida, vários estudantes passam a relatar suas experiências:

Maria: — eu já achei sapatinho de boneca...

P.P.: — ó... alguém mais achou...

José: — eu achei...

Alisson: — eu achei...

Carine: — eu achei carimbo...

Joana: — eu achei uma bota...

(Transcrição da aula 1 do estudo piloto)

A professora aproveita essa última fala e faz a reflexão:

¹⁵ O *corpus* reduzido que obtivemos no estudo piloto tornou viável considerarmos aspectos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem de todo o coletivo. Na etapa final da pesquisa de campo a análise centrou-se no pequeno grupo que participava o estudante cego.

P.P.: — uma bota?... pra quem colocou a bota no lixo não servia [...] não precisava... ir pro lixo... pra ela... interessante isso...

(Transcrição da aula 1 do estudo piloto)

O episódio possibilitou que se abordasse a relatividade do conceito de lixo. No entanto, a atitude de recolher objetos que estejam no lixo descartado nas ruas precisa ser discutida através de outras atividades. É importante explorar os possíveis riscos que essa prática pode oferecer e a relevância de novas condutas em relação aos resíduos para que aquilo que ainda pode ser aproveitado encontre um destino apropriado.

Foi possível apreender ideias dos estudantes sobre o assunto abordado. Ideias que não poderiam discutidas através das atividades planejadas para aquela aula, mas que sinalizaram a necessidade de se trabalhar novos conhecimentos com a turma.

Também identificamos compreensões sobre o que acontece com o material recolhido pela empresa de coleta de lixo domiciliar:

P.P.: — quando essas coisas vão... psiu... pra Comcap¹⁶ e ela leva... teve gente que chamou de lixão... aqui a gente não manda pro lixão... mas... a Comcap coloca num caminhão... alguém tem ideia de pra onde que a Comcap leva este lixo?... quando ela não leva pra reciclar... e que é o que acontece?... infelizmente... com a maioria do que a gente... ((incompreensível))

Talissa: — eu já fui lá só que não me lembro...

Professora: — ele falou primeiro... você não lembra?... então você... o que que pra... o que que acontece com este lixo que não é reciclado?... pra onde que a Comcap leva?...

((estudante descreve situação em que são usados ímãs para separar alguns materiais do lixo, difícil transcrever))

(Transcrição da aula 1 do estudo piloto)

¹⁶ Companhia Melhoramentos da Capital (Comcap) é a empresa responsável pela coleta de resíduos sólidos no município de Florianópolis.

Os dois estudantes que se manifestam no trecho fazem referências a situações, que vivenciaram ou tomaram conhecimento, distintas daquilo que é o destino final da maior parte do lixo domiciliar produzido no município de Florianópolis: um aterro sanitário. O fato de a estudante Talissa já ter ido a esse local nos dá indicativos de que não se trata de um aterro sanitário, pois não é um local que costuma receber visitas e fica localizado fora do município de Florianópolis. A menção do ímã por parte da outra estudante sinaliza que ela refere-se a algum local onde há separação de parte dos resíduos para seu reaproveitamento, o que não acontece no aterro do município. Outras falas durante a aula também manifestaram a compreensão de que os resíduos domésticos costumam ser reaproveitados.

O argumento no qual esperávamos basear a apresentação da questão de estudo era que existem destinos alternativos para os resíduos domiciliares além do aterro sanitário (local em que os resíduos que poderiam ser reaproveitados tornam-se inúteis), reconhecendo a alocação em aterros como um desperdício de material reutilizável. Parte do que se descarta poderia ser reciclado, por exemplo. No entanto, os conhecimentos iniciais dos estudantes sobre o assunto não permitiram a introdução do questionamento do modo como planejamos. Após uma breve explicação em que se discutia diferença entre aterro e lixão, o questionamento é introduzido da seguinte maneira:

P.P.: — não é um desperdício a gente enterrar uma coisa que nunca mais vai servir pra nada?... vai ficar lá e vai demorar muito... muito... muitos anos pra se decompor.. vai ficar lá... aquela coisa... por muito tempo... e daí vem vários problemas que a gente podia discutir aqui... mas o que eu quero que vocês pensem é que.. dá pra fazer outras coisas... não dá?... então é um desperdício enterrar... não é?... se a gente pode usar pra fazer outras coisas... se a gente usa esse papel... se a gente recicla este papel... dá pra... sabiam que dá pra fazer um papel novo deste papel aqui?...

(Transcrição da aula 1 do estudo piloto)

E mais adiante, fazendo referência a um papel amassado que tem em mãos¹⁷, apresenta o problema:

¹⁷ Em fala anterior ao fragmento citado, a professora-pesquisadora descreve o que tem em mãos, considerando a presença do estudante cego.

P.P.: — vamos tentar entender como é que este papel todo amassado pode originar um papel novo? ...

(Transcrição da aula 1 do estudo piloto)

Reconhecemos que as ideias sobre os destinos do lixo domiciliar no município poderiam ter sido apreendidas antes dessa atividade, para um planejamento de trabalho que contemplasse conhecimentos considerados necessários aos estudantes para a compreensão e enfrentamento de problemas relacionados à temática do consumo e desperdício, pano de fundo de nosso planejamento. No entanto, durante a realização das atividades experimentais a apreensão do conhecimento dos estudantes também é importante. Ainda que no planejamento da intervenção não se tenha considerado esses conhecimentos (em função de limites relacionados às possibilidades de interlocução com as docentes da turma), o modo como foi desenvolvida permitiu sua apreensão e questionamento ao longo das aulas. Também permitiu que se identificassem outros conhecimentos importantes de serem trabalhados com esses estudantes no sentido de favorecer a evolução de suas compreensões sobre o descarte de resíduos domiciliares e de suas atitudes em relação a eles.

3.6.2.4 Aspectos sensoriais

Inicialmente, consideramos que os procedimentos da reciclagem de papel, por envolverem manipulação, poderiam ser empreendidos sem grandes dificuldades pelo estudante cego se tomássemos certos cuidados na condução da aula. Um deles foi realizar a demonstração da técnica para a produção das folhas de papel com João para que ele acompanhasse por meio da audição e do tato, ao mesmo tempo em que os colegas acompanhassem visualmente e auditivamente.

No entanto, percebemos que o estudante sentia-se desconfortável na realização dos procedimentos. Uma das etapas do processo de reciclagem em que isso fica evidente é a fragmentação do papel em uma bacia com água. João esteve entre os estudantes que realizaram essa tarefa e incomodou-se em manter sua mão na água em meio aos fragmentos de papel. Na vídeogravação é possível observá-lo retirando os fragmentos de sua mão com expressão facial que remetia a desconforto. Enquanto a professora explicava como ele deve proceder,

tentando tirar os fragmentos de sua mão ele disse: “agora tá tudo na minha mão ó...” (Transcrição da aula 2 do estudo piloto).

Talvez o incômodo pudesse ser reduzido se ele participasse ainda mais da preparação do material para a atividade, sendo orientado para que: sentisse a bacia vazia, abastecesse com água de uma torneira e finalmente mergulhasse o papel na água. Esse processo poderia resultar em uma preparação para a atividade, provocando maior tranquilidade para a fragmentação do papel com as mãos na água.

A relação do estudante cego com o tato também se caracterizou pela “delicadeza exagerada” como tocava nas coisas, mesmo quando era necessário que se aplicasse força:

Gabriele: — agora você pega a espuma... pega a espuma... agora aperta bem com as duas mãos pra água sair... bem forte...

João: — ai eu não tenho força...

P.P.: — sabe por quê?... que que você tá fazendo?... você tá apertando com a pontinha do dedo...

Gabriele: — você tem que apertar com as duas mãos...

(Transcrição da aula 2 do estudo piloto)

Nesse exemplo, o estudante precisava apertar uma espuma encharcada com água e enfrentou dificuldade, apertando-a delicadamente com as pontas dos dedos. Isso pode estar relacionado a um incômodo em manipular coisas molhadas. Mas há algo mais nessa relação, pois mesmo em situações que não envolviam água ele manifestou certa insegurança em realizar manipulações. A resistência de João em tatear certos objetos evidencia a necessidade de investir-se no desenvolvimento de suas habilidades perceptivas, o que pode ser favorecido pelas atividades experimentais.

Diferente do que aconteceu com João, para grande parte da turma as experiências sensoriais e atividades de manipulação não causaram rejeição. É preciso registrar que o trabalho com atividades experimentais não precisa ser divertido ou proporcionar experiências estéticas agradáveis e que o fato de ter essas características não assegura a aprendizagem (GONÇALVES, 2009). Mas, se o prazer não garante a aprendizagem, o desconforto pode prejudicá-la. Desse modo, as resistências do estudante devem ser respeitadas e enfrentadas.

As experiências sensoriais também apareceram de modo positivo no decorrer das aulas. No trecho a seguir, João reconhece o material que lhe é apresentado através do tato e recorda de elementos do encontro anterior:

P.P.: — você lembra do que a gente fez?... lembra disso aqui na aula passada?... desse tecidinho?...

João: — lembro... era a polpa...

(Transcrição da aula 3 do estudo piloto)

O “tecidinho” a que a docente se refere funciona como um suporte para a folha de papel ainda úmida. É ali que ela permanece até que seque completamente e a reciclagem seja concluída. A polpa é a massa de fibras de celulose, preparada a partir do papel usado, que serve de matéria-prima para a produção de papel reciclado. Embora tenha manifestado rejeição em tocar a polpa molhada na aula anterior, a participação do estudante naquela aula permitiu que reconhecesse o material fixado ao tecido.

No último encontro, quando se analisaram os papéis produzidos, todos os estudantes recorreram a diferentes sentidos para observar a produção:

P.P.: — João... João... eu vou mostrar pra eles... este aqui é um outro pano... põe a mão aqui um pouco mais pra frente...

Tadeu: — ficou mais boa...

[...]

Joana: — ficou mais durinho...

P.P.: — aquela polpa que a gente tinha colocado aqui em cima...

Maria: — essa ficou bem dura...

(Transcrição da aula 3 do estudo piloto)

Na cena, através de percepções táteis, os estudantes explicitam suas primeiras impressões sobre o papel produzido. Nesse momento da atividade, recorreu-se a outros sentidos além do tato, a partir dos quais foi possível comparar o papel reciclado com aquele que serviu de matéria prima e identificar transformações ocasionadas pelo processo de

reciclagem, tão profundas que resultou em um material com características distintas.

Os estudantes experimentaram diferentes ações sobre as amostras de papel sulfite e papel reciclado: rasgaram para conferir resistência; tocaram para sentir a aspereza; Maria e Joana fizeram desenhos com canetinha e perceberam que a tinta interagiu de maneira diferente nas diferentes amostras. Essa última foi uma experiência visual, elaborada espontaneamente pelas estudantes no decorrer da aula e por isso não pensamos em adaptações para o estudante cego, pois não estávamos preparados. No entanto, Maria tomou a iniciativa de fazer a audiodescrição de seu experimento para o colega:

Maria: — eu desenhei... naquele papel que a gente reciclou... um coração e uma flor... daí ele rasgou o papel... e no outro papel... ficou certo...

(Transcrição da aula 3 do estudo piloto)

Na ação de Maria, identificamos sua sensibilidade em relação à impossibilidade do colega cego observar visualmente a interação da canetinha com a amostra de papel e também a sua preocupação em compartilhar com ele a atividade, recorrendo à audiodescrição. O compartilhamento das experiências vivenciadas pelos estudantes é entendido como um aspecto positivo do trabalho em pequenos grupos (BONALS, 2003). Assim, a interação multissensorial, ao mesmo tempo em que possibilitou a identificação de características do papel reciclado em comparação com o papel comum, também favoreceu a troca de experiências entre os estudantes.

Em síntese, identificamos que a utilização de diferentes sentidos por todos os estudantes contribuiu para a ampliação da quantidade e qualidade das observações realizadas (SOLER, 1999). No entanto, para o estudante cego as atividades comportaram tensões, sendo que houve momentos de resistências.

3.7 PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO EM PEQUENOS GRUPOS ENVOLVENDO CRIANÇAS CEGAS E VIDENTES

Construímos nossa proposta com referência na análise do estudo piloto e na discussão desenvolvida na segunda parte desta dissertação, buscando incorporar características consideradas relevantes à experimentação no Ensino de Ciências: consideração dos conhecimentos iniciais dos estudantes; o reconhecimento dos questionamentos na origem do conhecimento; abordagem de situações concretas vivenciadas pelos estudantes e de relevância social; preocupação com a formação para a atuação na sociedade; trabalho em pequenos grupos.

Propomos que os experimentos sejam organizados em três momentos, de forma semelhante ao que acontece nos momentos pedagógicos (DELIZOICOV, 2008) e no Educar pela Pesquisa (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2002). Ressaltamos que se trata de uma inspiração e não de uma transposição, seja dos momentos pedagógicos, seja do Educar pela Pesquisa. Nosso trabalho também se sustenta em características apontadas como importantes pela pesquisa sobre experimentação no Ensino de Ciências, bem como acerca do ensino a estudantes cegos e em pequenos grupos — características levantadas na revisão de literatura.

Como alternativa para o favorecimento do equilíbrio na participação dos estudantes — aspecto no qual reconhecemos dificuldades no estudo piloto — propomos que haja distribuição de responsabilidades aos membros dos pequenos grupos, como tem sido recomendado na literatura (SILVA, 2008; LOPES; SILVA, 2009). Desse modo, definimos as seguintes atribuições: leitor (faz as leituras em voz alta para os colegas do grupo); escriba (faz os registros coletivos); coordenador (coordena o trabalho para que todos os membros do grupo cumpram suas tarefas e tomem as decisões coletivamente); comunicador (comunica as respostas do grupo para a turma nos momentos de socialização).

Nesta pesquisa, trabalhamos com funções fixas, que foram assim distribuídas: João (coordenador); Joana (leitora); Maria (escriba); Tadeu (comunicador). A decisão sobre a distribuição das funções foi tomada pelos estudantes com o auxílio das docentes. A opção pelas funções fixas se deu pela compreensão de que uma única aula poderia representar pouco tempo para que um estudante aprendesse a desempenhar uma função. No entanto, há na literatura autores que optam pela circulação das atribuições (SILVA, 2008).

O trabalho em torno da atividade experimental deve ser iniciado com aquilo que denominamos por *Etapa 1*. Nela professor trabalha em dois sentidos: ao mesmo tempo em que apreende os conhecimentos iniciais dos estudantes também os questiona, buscando suas inconsistências de maneira que sejam reconhecidas as limitações desse conhecimento. Assim, são estabelecidas as bases para a formulação de uma questão aos estudantes e para o estudo dos conhecimentos que serão necessários para respondê-la.

Para provocar a explicitação dos conhecimentos iniciais apresenta-se um questionamento. Propomos que em um primeiro momento cada estudante responda a questão individualmente e em seguida apresente sua resposta aos colegas no pequeno grupo. Em um segundo momento, deve-se solicitar que discutam sobre as respostas individuais e que elaborem no pequeno grupo uma resposta coletiva.

O trabalho em grupo deve ser orientado pelo professor a fim de que todos participem da discussão e isso não é uma tarefa simples. Não basta pedir que se discuta sobre algo, pois pode acontecer de um estudante decidir sozinho uma resposta e informá-la aos colegas, os quais a registram rapidamente e sentem-se liberados da atividade — o que identificamos ter acontecido no estudo piloto. Reservar um momento para a elaboração de respostas individuais antes da discussão no pequeno grupo pode contribuir para evitar tal problema. Além disso, é importante investir em tarefas que promovam a interdependência positiva e que facilite o desenvolvimento de habilidades sociais.

Por interdependência positiva entende-se a relação entre os membros de um grupo em que o sucesso de um depende do sucesso dos demais (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999). Para isso as tarefas devem demandar a atuação de todos os integrantes para que possa ser solucionada. Também é importante trabalhar com os estudantes a compreensão do sucesso dos seus colegas como um valor, o que está relacionado aos conteúdos atitudinais.

Para favorecer o desenvolvimento das habilidades sociais e o diálogo no pequeno grupo, recomendamos que o mesmo seja constituído de quatro integrantes. De acordo com Bonals (2003), essa conformação é a mais adequada à maioria dos trabalhos em grupo, pois favorece uma interação equilibrada de modo que os membros consigam se comunicar e ouvir uns aos outros.

A seleção dos membros de cada grupo não pode ser aleatória, o que também contribui para um trabalho harmonioso. Em nossa proposta, os critérios de seleção são a heterogeneidade de “níveis de alfabetização” e de gênero. A diversidade, além de possibilitar a troca de

ideias para a resolução de problemas desde distintas perspectivas é importante para que se aprenda a lidar com as diferenças, tanto para o reconhecimento das dificuldades de cada membro quanto das suas potencialidades.

Em síntese, o que propomos é que o trabalho em torno das atividades experimentais seja organizado em pequenos grupos constituídos de quatro estudantes, com heterogeneidade de “níveis de alfabetização” e gênero.

Concluída a discussão em torno das questões propostas e feito o registro das conclusões do pequeno grupo, chega o momento de socialização com toda a turma e sua discussão. Um representante é escolhido em cada grupo para comunicar as conclusões e os membros dos demais grupos têm a oportunidade de concordar ou não, manifestando suas opiniões quando oportuno. À medida que os alunos vão expondo suas ideias o professor deve buscar inconsistências em seus posicionamentos, questionando-os e fazendo-os reconhecer as limitações. A *Etapa 1* é concluída com a formulação de uma questão, em cuja busca por respostas o experimento poderá contribuir.

É na *Etapa 2* que se empreende a dimensão procedimental do experimento, que deve trazer informações favorecedoras da reflexão e da evolução dos conhecimentos iniciais, proporcionando um novo olhar sobre as situações propostas para estudo.

Uma característica desses experimentos deve ser a multissensorialidade (SOLER, 1999). É importante que sejam explorados diferentes canais sensoriais para o enriquecimento das interações de todos os estudantes com os experimentos. Pressupõe-se que a interação multissensorial com os objetos de conhecimento pode enriquecer as informações observacionais obtidas e isso é importante para qualquer estudante, com ou sem cegueira/baixa visão (SOLER, 1999). Além disso, a sensibilidade de cada canal sensorial é desenvolvida ao longo do tempo e é importante que seja estimulada desde a primeira infância (OCHAITA; ROSA, 1995). A multissensorialidade potencializa a captação de informações observacionais do experimento ao mesmo tempo em que auxilia no desenvolvimento sensitivo, contribuindo para que as interações das crianças com o mundo físico sejam cada vez mais complexas (SOLER, 1999).

A organização das informações captadas por meio do experimento pode ser realizada mediante registro das observações e proposições de questões, que devem ser solucionadas a partir de discussão no pequeno grupo, com mediação docente quando necessário.

A *Etapa 3* tem por objetivo validar as conclusões obtidas a partir dos experimentos através da socialização e discussão entre todos os estudantes da turma e o professor (ou professores, quando houver mais que um). As conclusões de cada grupo são apresentadas para a turma pelos comunicadores e submetidas à crítica. Nesse momento, as possíveis contradições entre as compreensões elaboradas pelos diferentes grupos podem ser contrastadas e há possibilidade de discutir com os estudantes as limitações ou sucessos presentes nas conclusões elaboradas.

Com esta proposta pretendemos favorecer a aprendizagem de conhecimentos das Ciências da Natureza e do trabalho em pequenos grupos, que, por sua vez, envolve a aprendizagem de habilidades sociais e de atitudes como a cooperação, a solidariedade e o respeito às diferenças. Entende-se que tais conhecimentos são importantes não só para as interações no âmbito da sala de aula, mas para a vida em sociedade de modo geral.

4 CONTRIBUIÇÕES E LIMITES DE UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Apresentamos, na sequência, a análise do material originado nas intervenções baseadas em nossa proposta metodológica para atividades experimentais. As categorias são: o trabalho cooperativo no pequeno grupo e os experimentos; dificuldades no trabalho em grupo articulado às atividades experimentais; a dimensão concreta dos experimentos; o ensino e a aprendizagem de conhecimentos de Ciências da Natureza por meio da experimentação.

4.1 O TRABALHO COOPERATIVO NO PEQUENO GRUPO E OS EXPERIMENTOS

Com o entendimento de que o trabalho em grupo se efetiva quando seus integrantes enfrentam as tarefas de modo cooperativo e que o simples agrupamento de estudantes não garante esse tipo de trabalho (BONALS, 2003; LOPES; SILVA, 2009), destacam-se das atividades alguns aspectos que convergiram esforços no pequeno grupo investigado: a realização dos procedimentos experimentais, o favorecimento da participação do estudante João e a comunicação a ser realizada por Tadeu.

Os procedimentos experimentais mobilizaram principalmente Maria, Joana e Tadeu, que se empenharam na compreensão das orientações dos roteiros e na realização dos procedimentos:

Maria: — vai... lê de novo... Joana...

Joana: — nos copos de número par... nos copos de número par... copo de número par... vou fazer o 6 e o... ((Joana começa a pegar os copos e verificar a legenda))

Maria: — tu vai fazer esse... ((entrega para Tadeu um dos copos))

Joana: — eu quero o seis e o quatro...

Maria: — eu não vou fazer?... eu não vou fazer?...

((alguns segundos))

Maria: — sem graça né?... deixa eu fazer um Joana... um pra cada um...

(Transcrição da aula 1)

Sem que se fizessem necessárias intervenções docentes, organizaram-se para que a participação fosse equilibrada e solucionaram a reivindicação de Maria. A divisão do trabalho em momentos como esse é uma característica positiva que pode emergir nos pequenos grupos (BONALS, 2003). Isso parece ter sido catalisado pelo compartilhamento do interesse em realizar as tarefas procedimentais. Como discutiremos em outra categoria, o centro de interesse manifestado por parte dos estudantes — a dimensão concreta dos experimentos — pode constituir-se em um obstáculo à aprendizagem conceitual. Apesar dessa limitação, as atividades parecem ter contribuído para a aprendizagem de outros conhecimentos na medida em que demandaram atitudes de respeito e cooperação entre os colegas para que se organizassem de maneira que todos os interessados pudessem contribuir no desenvolvimento das tarefas procedimentais.

O que favoreceu as interações nos momentos de montagem dos experimentos e observações parece ter sido um interesse nos procedimentos experimentais e não a interdependência positiva — entendida como a situação em que o sucesso de um indivíduo depende do sucesso de todos e considerada como essencial para que o trabalho em grupo seja realizado de modo cooperativo (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999; LOPES; SILVA, 2009).

Diferente dos demais estudantes, que se dedicaram com autonomia da realização dos procedimentos experimentais, João participou a partir da colaboração de seus pares ou das docentes. Seus colegas em diferentes momentos interviram para que ele também contribuísse nas tarefas:

Maria: — quer fazer um João?...

João: — não... não sei fazer... não sou muito chegado em algodão...

((Maria pega um dos potes coloca um chumaço de algodão na extremidade – sem afundar – depois estende o copo para João))

Maria: — ó... afunda agora o algodão aqui dentro desse copinho aqui... ó... afunda... ((João pressiona o chumaço de algodão)) aí... aí... deu...

(Transcrição da aula 1)

Defendemos que nas atividades de ensino e aprendizagem busque-se a criação de contextos que facilitem o fortalecimento e desenvolvimento de atitudes como o respeito, a solidariedade e a

cooperação, que, por sua vez, favorecem as interações entre os discentes. Nas atividades propostas os estudantes videntes manifestaram preocupação com a participação do colega cego nas observações e montagem dos experimentos e buscaram responder às suas dificuldades em realizar essas tarefas. Isso pode ser compreendido como uma característica positiva das atividades, ainda que haja a perspectiva de que o cego, como os demais, participe das tarefas com autonomia. Ressalta-se que não compreendemos as dificuldades de João em realizar as atividades mencionadas como uma consequência direta de sua cegueira. Como discutiremos mais adiante, a possibilidade de realizar as atividades, seja a partir das contribuições dos colegas e professoras, seja a partir das adaptações materiais, não foi o suficiente para superar as dificuldades de participação de João.

Outro aspecto que mobilizou esforços foi a tarefa de comunicação das conclusões do grupo, sob responsabilidade de Tadeu. Constituiu-se em uma possibilidade para esse estudante contribuir ao grupo e favoreceu o estabelecimento de interações entre ele e seus colegas. A tarefa de comunicação foi assumida como uma responsabilidade grupal, principalmente em decorrência da dificuldade de Tadeu expressar oralmente os registros escritos:

Joana: — o prof... se ele não sabe ler um pouco ele já tem... ele tem outra coisa pra fazer... ele ouve a resposta e depois fala... ele não sabe falar?... sabe...

(Transcrição da aula 1)

A partir dessa sugestão, Joana dedicou grande parte do tempo no auxílio da preparação para a comunicação:

Joana: — sim... porque é chá...

Tadeu: — sim... porque é chá...

Joana: — sim... porque é chá...

Tadeu: — sim... porque é chá...

Joana: — sim... porque é chá...

Tadeu: — sim... porque é chá...

Joana: — sim... porque é chá...

Tadeu: — sim... porque é chá...

(Transcrição da aula 3)

A distribuição de funções no grupo é entendida como uma das possíveis formas de fortalecimento da interdependência positiva e da participação equilibrada dos membros (LOPES; SILVA, 2009). Em nossas intervenções, a função de comunicador e a de leitor foram aquelas que mais favoreceram as interações. Tadeu teve algo a contribuir: seria o porta-voz nos momentos de comunicação das ideias do grupo ao restante da turma. Todavia, as suas dificuldades para expressar oralmente o que era registrado pelo grupo trouxeram a necessidade de que Joana, a leitora, o auxiliasse na preparação para a tarefa. Maria e João, esse último de modo mais discreto, também manifestaram preocupação com a tarefa de Tadeu:

Maria: — tu sabe ler Tadeu?... é (possível?)... agora eu posso ler pra ti...

(Transcrição da aula 1)

[...]

João: — vou até abaixar meu som da música...¹⁸

(Transcrição da aula 3)

A fala de João se deu no momento em que Tadeu faria uma comunicação e explicita a sua consideração às dificuldades do colega. No entanto, o aspecto positivo é acompanhado de um novo problema: as respostas comunicadas por Tadeu não foram resultado de uma construção coletiva. Como discutiremos na próxima categoria, as respostas apresentadas pelo grupo foram elaboradas, predominantemente, pela estudante Maria e a participação dos outros membros restringiu-se à manifestação de concordância com essas respostas. Desse modo, é possível relacionar a forma como a tarefa de comunicação foi abordada — através de memorização — ao modo superficial como Tadeu participou da construção das respostas.

A partir da análise foi possível identificar contribuições de alguns aspectos da proposta de experimentação para que os estudantes trabalhassem de modo cooperativo, ainda que essa abordagem não tenha sido empreendida por todos de igual maneira. Os procedimentos experimentais envolveram, sobretudo, Tadeu, Maria e Joana. Por outro

¹⁸ João refere-se, provavelmente, aos ruídos que faz com frequência (percussão vocal, solfejos).

lado, a participação de João nesses momentos foi favorecida pela intervenção desses colegas, convergindo mais uma vez os esforços do grupo. A comunicação a ser realizada por Tadeu emergiu como uma preocupação de todos os membros, sendo que Joana — em sua função de leitora — foi quem contribuiu mais diretamente na preparação para a tarefa. A proposta também parece ter contribuído para a criação de oportunidades para a aprendizagem e fortalecimento de atitudes como o respeito, cooperação e solidariedade. No entanto, a dificuldade manifestada pelos estudantes em tomar decisões a partir do diálogo indica a necessidade de maior atenção na promoção dessa aprendizagem, a qual pode se dar, por exemplo, a partir de sua explicitação como objetivo de aprendizagem.

4.2 DIFICULDADES NO TRABALHO EM GRUPO ARTICULADO ÀS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Embora tenha proporcionado espaços para a cooperação, a realização das atividades experimentais foi permeada por momentos de tensão decorrentes de atitudes que precisam ser resignificadas e dos conhecimentos que os discentes possuíam sobre como trabalhar em grupo.

Nos primeiros encontros Maria e Joana evidenciaram uma perspectiva pouco otimista em relação a Tadeu, que enfrentou dificuldades em participar das atividades experimentais e em cumprir com o seu papel de comunicador. Tais dificuldades aqui não são interpretadas negativamente e sim como expressões de conhecimentos discentes que precisam ser apreendidos e explorados na docência.

As colegas responderam com risos ou repreensões em certas ocasiões:

Joana: — aconteceu aquilo que vocês acredita/... tavam que acontece/... que aconteceria com o experimento?...

((Após a leitura as duas meninas fazem silêncio e olham para Tadeu, como se esperassem um sinal de entendimento. Ele fala algo, inaudível na gravação, e elas manifestam descontentamento por meio de expressões faciais e gestuais))

Joana: — meu deus...

Maria: — Tadeu... aqui tá perguntando se aconteceu aquilo que a gente escreveu...

[...]

Joana: é.. aqui... a resposta tá AQUIIII... ((aponta para um papel com o registro))

[...]

Tadeu: — é que ela... não dá de escutar...

(Transcrição da aula 2)

O empenho de Joana e Maria na preparação para a comunicação é um indicativo de que a atuação de Tadeu nessa tarefa foi entendida por elas como uma atividade que não prescinde do envolvimento de todo o grupo, algo a se ressaltar como positivo na perspectiva da interdependência positiva (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999). No entanto, há indicativos de limitações quanto à capacidade de tolerar ações de Tadeu ao evidenciarem irritação quando ele repete comportamentos que elas entendem como indesejáveis. O mesmo se repetiu nas vezes que Tadeu fez as comunicações (falando baixo ou esquecendo as respostas do grupo), situações em que os colegas de grupo manifestavam-se com sinais gestuais ou verbais de descontentamento.

De acordo com Bonals (2003), o trabalho em grupo oferece possibilidades para que se desenvolvam atitudes de disposição com as necessidades uns dos outros. Entre os estudantes mencionados, parece haver a necessidade de que essa atitude seja fortalecida. Além da comunicação, a perspectiva pouco otimista em relação a Tadeu foi explicitada em outras atividades:

Joana: — botaram água no um... (não lembra?)...
botaram água no um...

((Joana pega um dos potes, sem abrir, olha e fala com Tadeu. Ela está séria. Entrega para Maria que olha para o pote, olha para Tadeu, coloca a mão na cabeça e dá um sorriso))

Tadeu: — deixa eu ver... não fui eu não...

Maria: — deixa eu ver esse...

Tadeu: — (de certo) foi a professora que...
 ((risos das meninas e fala incompreensível))
Tadeu: — não fui eu... sério...

(Transcrição da aula 2)

O problema identificado na montagem de um dos experimentos é atribuído a Tadeu, ainda que não tenhamos subsídios para avaliar se tenha sido ele o responsável e provavelmente, naquele momento, Joana e Maria também não o tivessem. Os estudantes parecem não compreender o problema como uma responsabilidade grupal, tampouco que não é relevante identificar um “culpado”. O importante seria entender as implicações do problema para a conclusão da tarefa (que no caso específico não foram significativas). As atitudes em relação a Tadeu podem ser desconstruídas por meio do trabalho em grupo na medida em que se criam oportunidades para que esse estudante mostre aos colegas que também pode contribuir. Nesse sentido, foram importantes as contribuições que ele ofereceu a partir da sua função de comunicados — ainda que tenha encerrado conflitos como os supracitados.

No decorrer das aulas Tadeu passou a interagir mais intensamente com os colegas e mostrou maior segurança na realização das atividades, inclusive nas discussões sobre os questionamentos apresentados ao grupo:

Maria: — vinagre... o que que o vinagre faz mesmo?...
Tadeu: — coloca que vai na salada...
 ((Maria olha para Tadeu com expressão de contentamento com a sugestão))

(Transcrição da aula 3)

O trecho evidencia uma ocasião de contribuição de Tadeu na elaboração de uma resposta do grupo. Trata-se de uma situação singular, que demonstra conquistas de Tadeu em um âmbito que todo o grupo vivenciou dificuldades.

A tomada de decisões a partir do diálogo é um aspecto que precisa ser aprendido pelos estudantes. Nesse âmbito, uma das dificuldades foi lidar com posicionamentos divergentes. Por exemplo, houve situações em que João se manifestou na resolução das questões

apresentadas ao grupo, porém seus colegas parecem não ter compreendido suas ideias:

Maria: — ó João... sabe essa garrafa que tu cheirou agora?...

João: — qual?... a três?...

Maria: — é... (da caixa de azeite)?... tu acha que ela dá pra beber?...

João: — sim...

Maria: — vinagre?... tu acha que dá pra beber o vinagre?...

João: — eu bebo vinagre em casa...

Maria: — todo mundo aqui acha que não dá pra beber vinagre...

João: — mas eu bebo em casa...

Tadeu: — não...

(Transcrição da aula 3)

É possível que João considerasse o fato de que vinagre pode ser consumido, por exemplo, em saladas. Compreensão que em outro momento chegou a ser manifestada por Tadeu, como evidenciamos em citação anterior extraída da mesma aula. No entanto, os colegas parecem compreender que João referia-se à possibilidade de beber no sentido de saciar a sede. O grupo não soube lidar com a divergência e a ideia foi abandonada. Os efeitos da rejeição podem ter repercutido na intensificação do distanciamento de João em relação à responsabilidade sobre a tarefa. Após esse acontecimento ele passa a “brincar” com o fato de beber vinagre com intenção de provocar a colega: “eu trouxe vinagre pra tomar... quer tomar Maria?” (Transcrição da aula 3). Ele também passa a reagir de modo semelhante em relação às outras questões discutidas na mesma aula. Por exemplo:

Maria: — não pode beber a água com areia...

João: — eu bebo...

Maria: — não dá... tu não pode mentir João...

(Transcrição da aula 3)

Quando tentou ajudar as suas ideias foram desconsideradas e na sequência quando consultado pelos colegas parece que não deseja mais contribuir.

Ao ser questionado pela pesquisadora sobre as razões de pouco contribuir com o grupo na discussão das questões no decorrer das aulas, ele responde:

João: — é que eu não sei que resposta é... é difícil saber...

P.P.: — ah... mas era uma questão de conversar... era dizer o que que tu achava... o que que você pensava... se você concordava com o que a amiga tinha dito...

João: — mas eu falava... eu achava bom ou não...

(Transcrição da aula 4)

Para determinados autores os sentimentos de desqualificação e insuficiência estão presentes em grande parte dos cegos e associa-se à sua presença em um mundo majoritariamente de videntes, em que a visão é colocada como modo superior de experienciar o mundo (AMIRALIAN, 1997). Não se pode descartar em absoluto a explicação de que a dificuldade de João em participar das atividades esteja relacionada, em certa medida, a tais sentimentos. Ainda é preciso considerar a possibilidade de que sua postura diante de algumas tarefas seja uma resposta às ocasiões em que sua opinião não foi considerada.

Cabe ressaltar que Tadeu também vivenciou dificuldades em participar das atividades do grupo, em parte relacionadas ao tipo de interação que estabelecia com seus colegas. No decorrer das aulas, as alterações identificadas em sua participação foram favorecidas pela tarefa que teve que desempenhar no grupo em decorrência da função de comunicador.

Os exemplos citados em referência à participação de Tadeu e João evidenciam problemas, mas constituem exceções ao que ocorreu na maior parte das situações de tomada de decisões no pequeno grupo. De modo geral, não houve manifestação das ideias de todos os estudantes nas discussões. O modo como essa atividade foi desempenhada foi determinado, predominantemente, pela atuação de Maria:

Joana: — a água é importante para os vegetais?... por quê?...

Maria: — os vegetais precisam da água para crescer e multiplicar... tá bom assim?... todo mundo concorda?... ((Tadeu e Joana confirmam

com sinal gestual)... João... tu concorda?... essa resposta aqui... sim... os vegetais precisam da água para crescer e multiplicar... concorda?...

João: — sim...

Maria: — então é essa...

(Transcrição da aula 1)

A valorização dada pela estudante à emissão de um posicionamento por parte dos colegas relaciona-se à ênfase atribuída pelas docentes para a necessidade de que as respostas fossem decididas em grupo. No entanto, a participação de João, Joana e Tadeu parece limitar-se à manifestação de concordância com a proposta de resposta apresentada por Maria. É possível que os estudantes não compartilhassem dos conhecimentos apresentados nas respostas, aspecto que pode estar relacionado com o fato de Tadeu fazer as comunicações a partir da memorização das respostas, como explicitado na categoria anterior. O que pode estar subjacente a isso é a compreensão de que mais importante que a aprendizagem é o cumprimento de uma tarefa.

Cumprir registrar que não se interpreta de forma negativa a atitude de Maria no grupo, pelo contrário. As posturas manifestadas especialmente por essa estudante são decorrentes da evolução do grupo em termos de buscar interagir. Ainda que as interações tenham colaborado minimamente para a construção coletiva das respostas às questões apresentadas, parecem ser resultado de uma evolução na aprendizagem dos alunos em relação ao trabalho em pequeno grupo nas atividades experimentais.

Maria, à sua maneira, busca promover a participação de todos os estudantes. Essa responsabilidade havia sido atribuída ao coordenador do grupo, João. Todavia, quando um grupo trabalha seus membros assumem espontaneamente uma série de papéis. De acordo com Bonals (2003), alguns deles podem favorecer e outros desfavorecer o trabalho e o entendimento do grupo. Com referência nos papéis indicados pelo autor, Maria parece ter assumido predominantemente o papel “coordenar” e identificamos evoluções na forma como as questões foram discutidas, as quais foram facilitadas pela atuação de Maria e de sua compreensão das solicitações feitas pelas docentes:

Maria: — eu coloquei... sim... com as mãos... e tu colocou o que?...

[...]

Joana: — o Pedro¹⁹ também colocou... sim... com as mãos...

Maria: — e tu?... colocou o quê?...

Joana: — não...

Maria: — dá pra tirar as folha das água com a mão... porque tu colocasse não se dá pra tirar?...

[...]

Joana: — eu pensei que era terra... ((risos))...

Maria: — o João colocou não sei... só eu coloquei ((inaudível))...

Joana: — vai o da Maria...

Tadeu: — ((inaudível))...

Maria: — tu colocou não Tadeu... tu colocou não... ele ((apontando para João)) colocou não sei...

[...]

Maria: podia ser né?... sim.. com as mãos... ou... ou não né?... pode ser essa né?... sim com as mãos... pode ser né Tadeu?... ((Tadeu balança a cabeça em sinal de positivo))

(Transcrição da aula 4)

No trecho, os estudantes interagiram de forma que ideias individuais de todos fossem explicitadas. Representa um esforço no sentido de decidir coletivamente a resposta que representaria o grupo. A forma como trabalharam no episódio — extraído da última intervenção da pesquisa — representa uma conquista, mas encerra limitações: pareceram ter compreendido que decidir coletivamente significa selecionar uma das respostas individuais.

A distribuição de atribuições foi uma alternativa que encontramos para favorecer a participação equilibrada no grupo, uma vez que no estudo piloto Maria protagonizou grande parte das tarefas. Essa possibilidade tem sido indicada na literatura, por exemplo, por Silva (2008) que atribuiu funções (líder, anotador e questionador) para cada um dos membros dos grupos com que trabalhou. O pesquisador

¹⁹ Pedro é um estudante de outro grupo.

identificou que a distribuição desses papéis, rotativos a cada encontro, favoreceu o trabalho em grupo e fez com que os membros que até então enfrentavam dificuldades de participação pudessem se tornar mais atuantes.

Em nosso trabalho a opção por funções fixas não implicou no fato de que cada um exercesse obrigatoriamente aquela que lhe foi atribuída. João não assumiu efetivamente a atribuição de coordenador chegando a rejeitá-la no decorrer das aulas: “ah... eu não quero ser coordenador... eu sempre fui...” (Transcrição da aula 4). Desse modo, a atribuição de funções fixas é um aspecto a ser considerado com parcimônia pelo professor. Outro fator a ser avaliado é a atribuição de novas funções. Lopes e Silva (2009), por exemplo, apresentam como possibilidades: cronometrista; supervisor do tom de voz; leitor; harmonizador; responsável pelo controle do tempo e do material; intermediário.

Ainda sobre a questão da tomada de decisões, ressalta-se que a participação equilibrada nesse âmbito é entendida como um desafio maior do que a participação em outros aspectos das atividades realizadas em grupo (BONALS, 2003). Aprender a chegar a acordos a partir do diálogo é algo a ser conquistado por esses estudantes e que pode ser favorecido pelo professor desde que seja tomada como conteúdo de aprendizagem e se façam intervenções toda vez que forem identificadas dificuldades nesse âmbito. Bonals (2003) salienta a importância de que esse objetivo de aprendizagem se torne explícito, que se justifique para os estudantes a relevância de sua aprendizagem, que se façam intervenções no decorrer das atividades e que em seu término as dificuldades e sucessos sejam avaliados coletivamente.

Ainda que as docentes ressaltassem a necessidade de discutir as respostas, o grupo evidenciou a necessidade de maior espaço para a reflexão sobre a relevância de se tomar decisões a partir do diálogo. Reconhecer essa forma de decisão como um valor e praticá-la significa a conquista de um conhecimento atitudinal. Aprendizagens dessa natureza caracterizam-se por sua morosidade (POZO, 2003), portanto os resultados aqui expostos não nos surpreendem e as dificuldades manifestadas nesse sentido são compreensíveis.

A última dificuldade que discutiremos diz respeito ao envolvimento de João com atividades. Em parte do tempo, esteve aparentemente alheio ao que se passava no grupo:

Maria: — a gente já escolheu... mas o João não para de cantar... ele não concorda nada...

P.P.: — João... qual que é o problema?...

João: — quê?...

P.P.: — do que que os seus amigos tão falando?...

Joana: — a gente tá falando a resposta/...

P.P.: — deixa eu perguntar pra ele..... do que que os seus colegas tão falando?... sobre o que que é?...

João: — ((inaudível))

P.P.: — aí João... aí fica difícil né?... você tem que saber do que que eles tão conversando... o que que eu pedi pra vocês fazerem?... que que eu pedi pra vocês fazerem...

João: — pra gente conversar...

P.P.: — conversar sobre o que?...

João: — sobre a aula...

P.P.: — sobre o que?...

João: — não sei...

P.P.: — ah... pois é... tem que prestar mais atenção... [...] eu pedi pra vocês conversarem... pensarem numa água que foi misturada com terra e pedacinhos de folhas... a água tá bem suja... como é que dá pra limpar essa água de novo... os seus colegas tão falando que tão tentando conversar e você não tá...

(Transcrição da aula 4)

Diante de situações em que nem todos estão empenhados na realização de uma tarefa o professor pode intervir de diferentes formas, sendo que dirigir-se ao componente que não participa é uma das possibilidades. Nesse caso, Bonals (2003) recomenda que o professor questione o estudante sobre as razões de sua postura, que lhe recorde o que precisa fazer e sinalize maneiras de fazê-lo.

Além da responsabilidade do sujeito que não se envolve, é preciso considerar a responsabilidade (ainda que não intencional) dos demais componentes, já que participação equilibrada deve ser tomada como um dos objetivos do grupo (BONALS, 2003). Desse modo, além de dirigir-se ao estudante João, a professora poderia ter questionado os seus colegas e colaborar para o reconhecimento de que a participação de todos os membros é algo a ser aprimorado pelo grupo, algo que deverá ser aprendido, como defendido pelo autor supracitado. Também é importante reservar um momento na conclusão do trabalho para avaliar com os estudantes como a tarefa foi enfrentada, quais as estratégias

empregadas para envolver todos os componentes no trabalho, os sucessos e insucessos (BONALS, 2003). Essas possibilidades de intervenção são aspectos que poderiam conferir maior qualidade no desenvolvimento de nossa proposta de experimentação.

Apesar das variadas possibilidades de intervenção na dinâmica de trabalho do grupo foi notável o prevaecimento daquelas direcionadas aos estudantes com problemas de participação sobre aquelas direcionadas a todo o grupo. As reações de João a esse tipo de intervenção também foram marcadas por dificuldades. Foram recorrentes as mudanças de centro de atenção:

P.P.: — é refrigerante?... e aí gente?... conta pra ele como é que tá isso aqui... visualmente...

Maria: — ele tá com água e parece que tá com terra dentro dele...

João: — o profi...

P.P.: — a Maria tá te contando uma coisa...

João: — vais esperar até o intervalo agora?... comercial?... ((risos))

(Transcrição da aula 3)

Diante da tentativa de facilitar a realização da tarefa de análise de determinado material o estudante parece evitar a atividade e investe em uma brincadeira com a professora. Há que se considerar que João vivenciou dificuldades em envolver-se com as atividades de modo mais amplo. Em muitos momentos temos a impressão que as aulas lhe são pedantes e é compreensível que frente a algumas interações da professora, voltadas à sua participação, ele se comporte como no exemplo.

Em síntese, ao propor aos estudantes que trabalhassem em grupos foi possível identificar conhecimentos iniciais relevantes a essa forma de trabalho, os quais necessitam ser transformados: compreensões pouco otimistas sobre parte dos membros; decisões protagonizadas por apenas uma estudante; dificuldade em manifestar as ideias individuais e discutilas; dificuldades em resolver conflitos; pouco envolvimento de um dos estudantes nas atividades. Ao mesmo tempo em que permitiu a explicitação desses conhecimentos, o trabalho em grupo, tal como propomos, também se constituiu em um espaço favorecedor de transformação de parte dessas atitudes e perspectivas. Embora tenha sido possível identificar conquistas sutis, trata-se de aprendizagens

processuais, ou seja, não podem ser avaliadas no intervalo de poucas aulas. Os resultados aqui discutidos sinalizam potencialidades.

4.3 A DIMENSÃO CONCRETA DOS EXPERIMENTOS

O entusiasmo que as atividades experimentais podem provocar entre os estudantes é amplamente discutido na literatura. Existe uma crença bastante disseminada acerca de seu (suposto) potencial para despertar o interesse discente. Nesse sentido, é preciso destacar dois aspectos. O primeiro é que tal interesse não é unânime (HODSON, 1994). Depois, que se o interesse dos estudantes está exclusivamente na dimensão concreta dos experimentos é possível que tenhamos obstáculos à aprendizagem em Ciências e não contribuições (BACHELARD, 1996).

A análise desenvolvida nesta categoria vai ao encontro desses dois aspectos. Em relação ao cego, o desafio docente esteve voltado ao favorecimento de sua participação na dimensão concreta dos experimentos. Para os videntes esteve em superar a admiração ingênua. Valer-se do concreto para obter informações, desencadear reflexões e contribuir para a construção de conceitos abstratos representou uma dificuldade (não superada) para o ensino e aprendizagem de todos os estudantes.

4.3.1 Resistências do cego na realização dos procedimentos experimentais e observações

A multissensorialidade defendida por Soler (1999) como forma de ampliar as possibilidades de obtenção de informações empíricas por estudantes cegos e videntes apresenta limites se entendida apenas como apelo aos múltiplos sentidos. A existência de recursos multissensoriais parece não ter catalisado a participação do estudante cego. De modo geral, João não explicitou entusiasmo diante dos experimentos, seja pela dimensão estética ou por qualquer outro aspecto — assim como outros tantos alunos videntes que também podem não manifestar. Pelo contrário, mostrou certa resistência na realização de procedimentos e observações, sendo necessárias intervenções constantes das professoras e colegas para provocar a sua participação — e não obrigatoriamente entusiasmo.

Em harmonia com a sua postura em grande parte das atividades, está aquela assumida diante dos roteiros experimentais em relevo:

P.P.: — olha o que eu fiz pro João e pra vocês... bem na sua frente João... eu fiz um roteiro em relevo... com tudo que vai ser colocado filtro...

((João estende as mãos procurando o material. Toca por cerca de 5 segundos e recolhe as mãos))

Maria: — que legal...

((Maria, Joana e Tadeu colocam tateiam o relevo))

Joana: — ai que legal... dá pra sentir ((incompreensível))...

P.P.: — sente João... ó... ((João coloca a mãos sobre o relevo))

Joana: — ó João... pedra aqui ó... ((Joana pega na mão de João e ajuda-o a tatear))

(Transcrição da aula 4)

Camargo (2005) defende, considerando os cegos, que o interesse em aprender sobre um determinado fenômeno se relaciona com as possibilidades de observação desse fenômeno. Ainda que tenha a compreensão de que não basta observar e realizar experimentos para aprender, esse autor ressalta a necessidade de que essas atividades sejam elaboradas de modo que se ofereçam condições de observação para todos os estudantes. Embora tenhamos considerado tal necessidade, os resultados não trazem indicativos de que as condições de observação tenham repercutido positivamente no interesse do estudante cego em relação aos fenômenos estudados. O que reforça o quão diversos podem ser os sujeitos cegos, não sendo possível afirmar que um tipo de recurso será adequado a todos eles (LAPLANE; BATISTA, 2008).

João empreendeu a montagem dos experimentos e observações a partir de mediações realizadas por seus colegas e pelas docentes. Suas ações constituíram-se, predominantemente, em respostas às intervenções desses sujeitos. Por exemplo:

P.Ana: — tá aqui do meu lado... semente de feijão...

João: — quero pegar a minha garrafa d'água...

P.Ana: — ta... só um pouquinho... daí no meio do seu algodão aqui João... tem um baguinho de feijão... tem uma semente de feijão... você tá sentindo?...

João: — aham...

P. Ana: — e a gente vai fazer um experimento... vai colocar água aqui nesse potinho ó...

João: — vai botar plástico...

P. Ana: — isso ó... *segura... a Joana botou água nessa seringa aqui ó... tá vendo que tá molhadinha a ponta... você vai apertar essa seringa e vai botar água dentro do copinho do feijão... tá bom?... vamo botar água pra molhar essa sementinha de feijão... aperta... isso... pronto... a água já tá aqui... vou botar o seu dedo pra você sentir... tá vendo?... que o feijãozinho tá molhado?... ((Ana coloca a seringa na mão de João. Ana manipula a seringa junto com João, pressionando-a e fazendo a água escorrer. Ana faz João sentir o algodão))*

João: — uhum...

P. Ana: — (pronto)... tá vendo/... não... tá sentido?...

João: — PUM... PUM... ((João toca na barriga de Ana e faz som onomatopaico de soco))

(Transcrição da aula 1)

Nota-se que a professora Ana orienta minuciosamente as ações do estudante e chega a segurar a mão dele para que realize um procedimento experimental. João, por sua vez, cumpre o solicitado e termina dispersando-se com uma brincadeira. Parece agir sem intencionalidade, apenas seguindo as orientações e suspendendo com frequência a manipulação dos materiais experimentais sem concluir os procedimentos.

A postura assumida por João frente aos experimentos pode relacionar-se à novidade desse tipo de atividade. A turma, conforme relatado por suas docentes, teve pouca participação em atividades experimentais nos anos anteriores. Se para parte dos estudantes o caráter de inovação dos experimentos pode conferir certo entusiasmo, para João parece ter resultado em indisposição:

P.P.: — então João... você tinha falado pra mim que você tinha achado chata a aula... porque que você achou chata?...

João: — ficou triste?...

P.P.: — ah... fiquei um pouquinho só mas não tem problema... eu só quero saber porque... o que que tinha que mudar pra ser mais legal?...

João: — ah é que... é que... eu achei chato...

P.P.: — tá mas o que que podia mudar pra ser mais legal?... como é que é uma aula legal?...

João: — é... se tu fizesse aqueles... aqueles papel de polpa também... pode fazer...

P.P.: — você achou aquilo legal?...

João: — aham...

P.P.: — por quê?...

João: — ah... porque mexe com água também...

P.P.: — ah... mas naquela aula você tinha reclamado de mexer na água que sujava a sua mão... você disse que não gostava...

João: — aham... mas agora eu já vi polpa... agora eu me acostumei...

(Transcrição da aula 4)

No fragmento João recorda da primeira atividade experimental que participou, ainda no estudo piloto, em que foi realizada a reciclagem de papel. Como discutimos na análise daquele estudo, o estudante manifestou desconforto na realização dos procedimentos experimentais. Àquela época inferimos que a recusa pudesse ser relacionada à novidade da atividade: mergulhar as mãos na polpa em uma bacia com papel fragmentado e água, ou seja, a polpa celulósica usada como matéria-prima para a produção de papel reciclado. João não conhecia os procedimentos e a sensação de colocar as mãos em algo desconhecido pode ter causado sensações ruins que lhe fizeram evitar a atividade. Meses depois daquele experimento, no fragmento supracitado o estudante manifesta disposição em repeti-lo: a polpa não é mais um material desconhecido.

Sobre a novidade das situações de experimentação, é possível que com a inserção dessa atividade de modo sistemático nas aulas de Ciências o estudante sinta-se mais confortável. No entanto, isso não dependerá unicamente dos experimentos, mas do modo como serão conduzidos, uma vez que há pesquisas que indicam que o interesse dos estudantes por atividades práticas (nas quais estão incluídos os experimentos) tende a diminuir com o tempo de escolaridade (HODSON, 1994).

Outro aspecto a ser considerado é o modo apressado como João realizava as observações táteis. Tocava brevemente o que lhe era apresentado e não expressava curiosidade:

P.P.: — ó tá aqui em cima da mesa... aqui na sua frente... ó essa é a cebola que tinha água... tá sentindo o que tá acontecendo?... ((João alcança a cebola e a tateia com uma mão. A pesquisadora solta a cebola e João a pega com as duas mãos tateando suavemente))

João: — voltou a luz²⁰?...

P.P.: — não... não voltou... João... o que que tá acontece/... o que que aconteceu com essa cebola?...

João: — ela tá com água...

P.P.: — tá... e olha só... sente esses/... sabe esses cabelinhos que tem aqui em cima... coloca a mão... pode apertar se você quiser... sabe o que que é isso?...

João: — o quê?...

P.P.: — é a raiz da cebola... [...] que a gente colocou água...

João: — aqui na sala faltou luz?...

(Transcrição da aula 2)

A observação tátil requer ação do observador, que deve agir de modo intencional para explorar objetos e deles obter informações (OCHAITA; ROSA, 1995). No entanto, João parece observar como quem cumpre com uma obrigação e ao longo do trecho citado está mais intrigado com a suspensão no fornecimento de energia elétrica que ocorreu na escola do que com o material apresentado pela professora. Mas a existência de outro centro de interesse não pode ser interpretada como a única responsável pelo pouco empenho na observação. Há que se considerar que a atividade perceptiva autodirigida não é uma habilidade espontânea, pelo contrário, é desenvolvida com o tempo e requer um trabalho sistemático de estimulação (FRANÇA-FREITAS; GIL, 2012; OCHAITA; ROSA, 1995; SOLER, 1999).

A ação de João nas observações pode indicar a necessidade de maior investimento em sua educação tátil, o que envolve aspectos que não podem ser analisados a partir das informações que obtivemos com esta pesquisa. O desenvolvimento das habilidades perceptivas nos indivíduos cegos envolve um processo educativo que se desenrola desde o nascimento (no caso da cegueira congênita), sendo fortemente influenciado pelos estímulos recebidos no contexto familiar e no

²⁰ Houve suspensão no fornecimento de energia elétrica durante a aula.

atendimento educacional especializado (SOLER, 1999; FRANÇA-FREITAS; GIL, 2012).

No que tange às atividades experimentais nas aulas de Ciências, entendemos que também podem contribuir ao desenvolvimento das habilidades perceptivas. Para tanto é necessário conhecimento sobre aspectos necessários a tal educação. Soler (1999) indica, entre outros, a questão da “estética tátil”. Há que se considerar que nem todas as texturas, formas e tamanhos proporcionam sensações agradáveis. De acordo com o autor as sensações agradáveis devem ser favorecidas em detrimento das negativas. Podem ser exemplos das primeiras a sensação tátil provocada pela pelúcia, metal liso e liberdade de movimento. Lixa, metal oxidado e opressão física são exemplos daquelas que podem provocar sensações negativas. Outros aspectos relevantes a tal educação devem ser considerados avaliando a história e características individuais do estudante. Nesse sentido, a colaboração entre o professor da criança e um profissional da área da educação especial é muito importante. Esse profissional deve ter conhecimento sobre o processo de estimulação sensorial vivenciado e pode contribuir na promoção de experiências sensoriais que sejam convenientes ao estágio de desenvolvimento perceptivo.

Apesar das dificuldades manifestadas por João, foi possível identificar certa evolução em sua participação. Se nos primeiros encontros manifestou desagrado em realizar os procedimentos experimentais, nota-se que no último os empreendeu com maior desenvoltura, ainda que orientado pela professora:

P.P.: — é suficiente João... ((João continua a colocar folhas no recipiente))

Maria: — deu João... tá bom...

Joana: — deu João...

P.P.: — pronto... pronto... agora eu vou colocar água aqui...

João: — deixa eu colocar...

P.P.: — quer colocar a água?... peraí só um pouquinho... me dá aquele potinho ali...

(Transcrição da aula 4)

A disposição de João em realizar o procedimento é um momento singular no conjunto das aulas e um indicativo importante de maior engajamento na realização da atividade em comparação com sua participação no primeiro encontro, no qual se posicionou com certa

apatia. Essa evolução pode sinalizar que a partir da familiarização com a proposta de experimentação poderíamos enfrentar as dificuldades manifestadas inicialmente, bem como colaborar com a sua educação tátil.

Os materiais adaptados, a preocupação com a multissensorialidade, a viabilização observacional e o trabalho em grupo foram elementos incorporados na proposta de experimentação, em parte, por conta da participação de um estudante cego, considerando aquilo que tem sido apontado na literatura como importante (CAMARGO, 2005; CAMARGO; NARDI, 2007; SOLER, 1999). Ainda assim, vivenciamos dificuldades no favorecimento dessa participação, que se deu quase sempre a partir de intervenções e constituiu predominantemente respostas isoladas a solicitações de seus pares ou das professoras. Uma série de fatores pode ter contribuído para esse quadro, dentre eles destacamos as habilidades perceptivas, que parecem ter influenciado na dificuldade manifestada em relação às observações táteis.

4.3.2 O obstáculo da experiência primeira

Parte dos estudantes pareceu manifestar entusiasmo com os procedimentos experimentais e observações:

Joana: — mostra pro Carlos... cheira... mostra pra Gabi... faz ela cheirar...

[...]

Gabi... Gabi... cheira aqui... cheira... ((risos))

(Transcrição aula 2)

A estudante parece ter grande interesse no odor do material e insiste para que colegas de outros grupos também observem o experimento. É possível que isso se deva ao fato de ser um resultado experimental inesperado. De modo geral, os estudantes previram que no experimento em questão as sementes de feijão cresceriam e nasceriam feijoeiros: “crece” foi a previsão registrada por Joana. As surpresas ocasionadas pelos experimentos podem representar uma oportunidade ao professor para desafiar os estudantes a reverem suas ideias iniciais, confrontando previsão e observação (BIZZO, 1998). No caso específico do experimento do feijão, salvo o odor diferenciado, os resultados não

foram surpreendentes. Ao observar os brotos de feijão, os estudantes não perceberam problemas em suas ideias iniciais. De fato houve “crescimento”, entendido por eles como sinônimo de desenvolvimento, uma vez que não houve mero crescimento no tamanho da semente.

A admiração torna-se um problema para a experimentação quando cria falsos centros de interesse e não se consegue ultrapassá-los (BACHELARD, 1996). É o concreto que chama a atenção de Joana, ela não elabora qualquer reflexão ou questionamento, para além de sua admiração com o odor do material observado. O movimento da admiração à reflexão não é trivial. A força da experiência primeira é apontada no início do século passado pelo epistemólogo francês Bachelard²¹ (1996) como um obstáculo à formação do pensamento científico. Trata-se da primeira observação dos fenômenos, muitas vezes espantosos. A atenção pode não estar centrada no fenômeno, mas para as imagens que ele provoca. Diante da beleza podemos nos tornar “observadores iludidos”.

O entusiasmo é evidente no anseio manifestado em promover os experimentos em suas casas:

Joana: — será que dá pra fazer em casa?...

Maria: — eu vou tentar...

Joana: — eu também... só que eu não sei (o que que vai)...

Maria: — algodão... areia fina... areia grossa e brita...

Joana: — eu vou pegar o papel ((roteiro experimental)) pra ver...

(Transcrição da aula 4)

Não entendemos que haja problemas em tal desejo. Mas contribuições para aprendizagem podem ser conquistadas quando os experimentos se aliam à reflexão, ao questionamento, superando a curiosidade que se limita à dimensão estética. Cabe aos docentes favorecer a reflexão sobre o observado e provocar a superação da condição de observador iludido frente à experiência primeira (BACHELARD, 1996). No entanto, houve dificuldades no enfrentamento de tal obstáculo. Não se identificou momentos significativos de reflexão favorecidos pela mediação docente. As

²¹ A primeira edição da obra *La formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance* foi publicada em 1938, França.

intervenções deram-se essencialmente no âmbito procedimental das atividades:

P.P.: — vocês não abriram todos... vamo abrir todos... ((P.P. abre os potes que ainda estão com o plástico))... lembram que vocês tinham colocado água em quatro?...

Maria: — só que... não... não cresceu ali...

P.P.: — nem todos cresceram... isso é uma coisa interessante também...

((Tadeu entrega para P.P. o broto de feijão que João acabou de lhe devolver))

P.P.: — não sentiu?... então vamo pegar aqui... Tadeu... vamo ajudar ele...

(Transcrição da aula 2)

Nota-se que Maria identificou um resultado diferente do esperado em um dos experimentos, mas a professora centrou-se na mediação da observação e apenas destaca como interessante a consideração da estudante. Os resultados inesperados constituem uma importante possibilidade para que as ideias iniciais sejam revistas e reformuladas. Bizzo (1998) ao referir-se ao experimento da germinação afirma que seus resultados são previsíveis, no entanto alguns grãos simplesmente não germinam e tal fato pode ser a origem de novos estudos. Propõe que esses resultados sejam comparados com as práticas agrícolas, quando os agricultores colocam mais de uma semente em cada cova considerando a sua germinabilidade. Eles sabem que nem todas as sementes germinam e que existem variações de acordo com a espécie e lote utilizado.

Apesar das possibilidades de intervenção e ampliação da reflexão sobre os resultados, tanto os estudantes como as professoras centraram-se na dimensão concreta dos experimentos. Compreendeu-se que se não conseguissem realizar as observações os estudantes não teriam informações empíricas para elaborar suas compreensões sobre os fenômenos estudados. Há indicativo disso no trecho supracitado, em que frente à consideração de Maria sobre um aspecto inusitado nos resultados a professora manteve-se concentrada no favorecimento da observação a ser realizada, sobretudo do estudante cego.

Despertou nossa atenção a relação dos estudantes com aspectos que foram incluídos na atividade com o intuito de favorecer a participação e autonomia do estudante cego. A reação diante do roteiro em relevo foi um exemplo:

Gabi: — que legal...

Maria: — sente...

Joana: — toca... toca...

Gabi: — que legal...

(Transcrição da aula 4)

Nota-se que o roteiro tornou-se um atrativo estético para os videntes por conta de sua aparência tátil. No entanto, não obtivemos indicativos de que o material tenha cumprido seu papel instrumental para o grupo. Na montagem do experimento, os videntes recorreram ao roteiro em tinta e o cego participou apenas a partir das orientações de seus colegas, ficando o roteiro em relevo aparentemente sem utilidade.

Ainda que não tenha emergido como um problema generalizado, a experiência primeira foi identificada como um obstáculo ao processo de ensino e aprendizagem. Depreende-se dessa análise o desafio docente de superá-lo, ou seja, provocar o movimento da dimensão concreta dos experimentos — com seus atrativos estéticos — para uma postura reflexiva em que o centro de interesse se localize na busca pela compreensão dos fenômenos estudados.

4.4 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE CONHECIMENTOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO

Considerando os pressupostos que pautaram a elaboração da atividade experimental, destacou-se na análise a forma como se deram a apreensão e discussão dos conhecimentos iniciais dos estudantes e o debate de ideias no pequeno grupo. Esses dois aspectos receberam atenção especial em nossa proposta de experimentação, sendo considerados potenciais favorecedores da aprendizagem de conceitos. São discutidos em duas das três subcategorias que apresentaremos a seguir. A última refere-se aos indicativos — ou à ausência deles — que obtivemos de aprendizagens conceituais.

4.4.1 A apreensão e questionamento dos conhecimentos iniciais

A proposta facilitou a explicitação de conhecimentos iniciais dos estudantes relativos às Ciências da Natureza, muito embora tais conhecimentos tenham sido pouco questionados no processo de ensino e aprendizagem.

Sobre a importância da água para os vegetais, foram feitas afirmações como: “Os vegetais precisa da água para crescer e multiplicar”²² (Maria) ou “Por que se a gente não molhar as plantas elas não vão crescer.” (Joana). Consideramos a relevância de se trabalhar com questões em cuja busca por respostas a experimentação pudesse trazer contribuições e favorecer a apropriação de novos conhecimentos. Assim, além da apreensão dos conhecimentos iniciais, a etapa inicial de cada atividade teria como objetivo o questionamento de tais conhecimentos e identificação de limites — tarefa que a professora-pesquisadora não conseguiu empreender, possivelmente porque, naquele momento, não identificou o que foi explicitado pelos estudantes como passível de ser explorado através da atividade experimental em discussão.

A partir da compreensão de que a água é importante para o crescimento, as previsões de Joana, Maria e Tadeu em relação às sementes alojadas em potes com água foram semelhantes:

Joana: Crece

Maria: ele vai crescer e viver

Tadeu: Vai nascer um pé de fego

(Registro dos alunos)

Ainda que os registros ofereçam indicativos de compreensões sobre o assunto em estudo, intervenções docentes poderiam favorecer uma melhor apreensão das ideias dos estudantes. Por exemplo, a professora poderia questioná-los acerca do tipo de crescimento a que se referiam, se às dimensões da semente ou ao desenvolvimento do vegetal. Outra questão importante é a compreensão que os estudantes possuíam sobre o modo como a água atua nesse crescimento, que chegou a ser manifestada, mas pouco discutida no processo de ensino e aprendizagem. A noção de que a água é importante por ser o alimento da planta foi explicitada por João e existe a possibilidade de que fosse compartilhada pelos colegas que a associaram ao crescimento:

P.P.: — João... a água é importante para as plantas?...

João: — é...

P.P.: — por quê?...

²² Todos os registros dos alunos estão transcritos neste texto com respeito à grafia original.

João: — pra elas crescerem...

P.P.: — só pra isso?...

João: — é o principal alimento delas...

(Transcrição da aula 1)

A ideia de que as plantas obtém alimento a partir do solo e da água é bastante comum entre estudantes do ensino fundamental (KAWASAKI; BIZZO, 2000; MACEDO, 2008; CARNEIRO, 1999) e precisa ser questionada, uma vez que os vegetais produzem seu próprio alimento a partir do processo de fotossíntese. No entanto, as ideias manifestadas não foram questionadas nas interações entre docentes e estudantes.

A segunda atividade permitiu a apreensão de ideias sobre fatores que podem impedir o consumo da água e sobre critérios de avaliação da sua potabilidade. Para a pergunta “É possível saber se um líquido pode ser bebido sem saber seu nome? Por quê?”, obteve-se as respostas:

João: Sgm e poisiveu Njo.porque Podeter Veneno

Tadeu: NÃO (há a sombra da palavra SIM, que foi registrada a lápis e depois apagada)

Maria: Não porque pode ter algo dentro dela

(Registros dos estudantes)

Mais adiante, na mesma atividade, ao serem apresentados a garrafinhas contendo líquidos desconhecidos, buscaram “descobrir” seu conteúdo por meio de propriedades organolépticas:

João: — abre aí..é água?...

Joana: — a do Tadeu é limpinha...

João: — ãh?...

Tadeu: — cheira pra ti ver...

João: — abre...

Tadeu: — cheira pra ti ver o meu é álcool... o João...

Joana: — é vinagre...é vinagre... é vinagre...
(risos)

(Transcrição da aula 3)

Na ação dos estudantes parece existir certa incoerência com as afirmações feitas inicialmente. A forma como os objetivos da tarefa

foram interpretados pode ter contribuído para o comportamento diante do material analisado. Na etapa procedimental da atividade (análise dos líquidos das garrafas) foram questionados desta maneira: “Em qual dessas garrafinhas vocês diriam que há um líquido que pode ser bebido?”. O questionamento parece ter sido compreendido como um jogo de adivinhação. Isso pode estar associado diretamente ao enunciado da questão, ao favorecer a compreensão de que deveriam apontar em qual das garrafinhas haveria um líquido apropriado ao consumo.

Embora não fosse essa a nossa intenção ao propor a questão, os desdobramentos da forma como foi compreendida nos permitiram apreender e discutir conhecimentos dos estudantes sobre o assunto em estudo. Foram exploradas as suas ideias sobre potabilidade da água, evidenciando limites da análise baseada exclusivamente em características observáveis diretamente, tais como a cor e o odor. Por exemplo, a presença de microorganismos ou contaminação química nem sempre causa alteração no aspecto visual e olfativo:

P.P.: — o que vocês tinham colocado antes?... que não dava pra saber por causa do veneno... um veneno... podia ter veneno em cada uma dessas garrafinhas... inclusive na de chá... podia ter um veneno.. que não vai ter cheiro de nada.. que não vai ter cor... podia ter também que vocês tinham colocado aqui... podia ter bactérias...²³

(Transcrição da aula 3)

O reconhecimento de limites nos conhecimentos iniciais contribuiu para o encaminhamento das atividades sobre o tratamento da água, sendo que a atividade seguinte consistiu em um experimento sobre uma de suas etapas: a filtração²⁴.

O experimento sobre filtração foi iniciado com a questão “É possível separar terra e pedaços de folhas da água? Como?”. Nos registros individuais, Joana e Tadeu manifestaram-se negativamente. Maria escreveu “sim com a mão”. João, por sua vez, afirmou que era possível, mas não explicou como: “sim N?o sie”. Em relação a João, a

²³ A professora-pesquisadora faz referência a afirmações feitas por estudantes de outros grupos em relação à questão inicial.

²⁴ A filtração é uma das várias etapas do tratamento de água para o consumo humano e não tem por objetivo eliminar bactérias ou contaminação química.

buscou-se apreender suas ideias sobre a questão apresentada em uma intervenção da professora-pesquisadora:

P.P.: — pra limpar essa água ((misturada com folhas e terra))... você tem alguma ideia?...

João: — sim...

P.P.: — o que que é?...

João: — pegar a água e jogar fora...

P.P.: — ah não... mas eu quero limpar...

João: — ah... limpar.. pega um pano... pegar um pano e molhar e passar...

P.P.: — ((risos)) eu quero limpar a água que tá suja... ela tá misturada com terra e com folha... eu quero tirar a terra e a folha da água... tem algum jeito de fazer isso?...

João: — acho que tem... é só arrancar...

[...]

P.P.: — e será que dá pra arrancar a terra com a mão também?...

João: — não... aí tem que cortar com a tesoura...

P.P.: — cortar a terra com a tesoura?...

João: — aham...

P.P.: — sabe o que que é terra?...

João: — terra?...

P.P.: — terra é tipo areia...

João: — daí pode chutar assim ó... ((parece fazer o gesto de chute com o pé e um som onomatopaico de chute))

(Transcrição da aula 4)

A situação proposta na questão solicitava que se imaginasse uma mistura de água, terra e folhas. As falas de João dão indicativos de que ele teve dificuldade em respondê-la. Outro aspecto a ser considerado é se esse estudante e seus colegas tinham conhecimento sobre as condições da água retirada dos mananciais para consumo humano. Nesse sentido, seria conveniente que antes de se explorar o tratamento de água a turma estudasse sobre a origem daquela que abastece sua região e só depois se iniciasse o estudo sobre as ações necessárias para deixá-la apta ao consumo.

Compreendemos que o ensino deva pautar-se pelos conhecimentos que os sujeitos da aprendizagem já possuem sobre os objetos de estudo. Alcançando os conhecimentos discentes, cabe ao professor questioná-los, identificar limites e favorecer a apropriação de novos conhecimentos que permitam uma compreensão mais elaborada sobre esses assuntos. Com a análise que apresentamos, identificamos que a proposta facilitou que os estudantes manifestassem conhecimentos sobre os assuntos em estudos. As limitações nesse âmbito foram apresentadas, sobretudo, pela professora-pesquisadora na medida em que nem sempre conseguiu apreender e explorar o que os discentes manifestavam.

4.4.2 O debate de ideias no pequeno grupo

Os estudantes debateram pouco sobre os seus conhecimentos iniciais ou sobre os resultados experimentais. Pode ter influenciado esse quadro a maneira como compreenderam a proposta e alguns limites em seus conhecimentos sobre trabalho em grupo.

As respostas apresentadas pelo grupo para as questões da etapa inicial foram muito semelhantes àquelas apresentadas por um de seus integrantes — Maria — nos registros individuais. Por exemplo:

Maria: Os vegetais precisa da água para crescer e multiplicar (Registro da estudante)²⁵

Resposta Coletiva: os vegetais precisa da água para crescer e multiplicar (Registro do grupo)

[...]

Maria: Sim com a mão.²⁶ (Registro da estudante)

P.P.: — isso... Tadeu... fala mais alto... pra todo mundo ouvir... qual que é a resposta dos colegas?...

Tadeu: — sim... com as mãos...

(Transcrição da aula 4)²⁷

²⁵ Questão apresentada na etapa inicial da atividade 1: “A água é importante para os vegetais? Por quê?”.

²⁶ Questão apresentada na etapa inicial da atividade 3: “É possível separar terra e pedaços de folhas da água? Como?”.

Ainda que com limitações, ocorreram interações no grupo para a decisão sobre as respostas²⁸, mas elas não contribuíram para que aquelas elaboradas inicialmente por Maria fossem alteradas diante das expostas pelos seus colegas. Isso não significa que tenha ocorrido um consenso e que os colegas tenham alterado suas ideias iniciais a partir dos argumentos de Maria. Mesmo nas situações em que ideias divergentes foram explicitadas, os limites das propostas de Maria não chegaram a ser questionados, nem por ela, nem por seus colegas:

Maria: — dá pra tirar as folha das água com a mão... porque tu colocasse não... se dá pra tirar?...

[...]

Joana: — eu pensei que era terra... ((risos))...

[...]

Maria: — podia ser né?... sim.. com as mãos... ((olhando para Joana))... ou... ou não né?... pode ser essa né?... sim com as mãos... pode ser né Tadeu?... ((Tadeu balança em sinal de positivo))

(Transcrição da aula 4)

Nota-se a presença de divergência de ideias e as estudantes chegam a justificar suas opções. Maria parece ter considerado que a pergunta em discussão tratava da possibilidade de se separar folhas de uma porção de água — não terra e folhas, como foi interpretado por Joana e que correspondia ao que de fato foi apresentado ao grupo. A interação cessa antes que as ideias fossem debatidas, que se averiguasse o enunciado da questão, que se ponderasse se terra poderia realmente ser separada de água apenas com as mãos. Desse modo, a discussão limitou-se à escolha de uma resposta para representar o grupo, sem que se questionassem suas possíveis limitações. Na literatura, são ressaltadas como possíveis contribuições do trabalho em grupo a exposição, reflexão e revisão de ideias (BIZZO, 1998). No entanto, nas atividades

²⁷ O trecho foi extraído do final da primeira etapa da atividade, quando o comunicador apresenta a resposta do grupo para toda a turma.

²⁸ As decisões das respostas foram tomadas predominantemente a partir da manifestação de concordância com aquelas propostas por Maria. Esse aspecto é discutido na categoria “Dificuldades no trabalho em grupo articulado às atividades experimentais”.

analisadas não identificamos esses elementos. Quando ideias foram expostas, como no exemplo anterior, não houve debate. As decisões finais estiveram pautadas nas ideias de Maria, com concordância dos colegas. Não podemos afirmar, todavia, se houve reflexão e revisão das ideias iniciais dos outros membros ou apenas seu abandono em favor dos posicionamentos de Maria.

Em categoria anterior, discutimos a tomada de decisões com ênfase nos conhecimentos sobre o trabalho em grupo. Consideramos que tomar decisões baseadas em diálogo tratava-se de um conhecimento a ser aprendido pelos discentes, para o qual o trabalho em grupo e as intervenções docentes realizados de forma sistemática poderiam contribuir (BONALS, 2003).

A superficialidade das discussões também pode relacionar-se ao fato de que os estudantes ainda estavam pouco habituados a discutirem as suas ideias em pequenos grupos. Como foi exposto por uma de suas professoras, atividades em grupos foram desenvolvidas poucas vezes com a turma. É preciso reconhecer que as inovações em educação nem sempre são recebidas com tranquilidade. Freire e Shor (1986), por exemplo, ao discutir sobre os desafios para uma pedagogia libertadora em coletivos habituados com o “ensino por transferência” chamam a atenção para o fato de que os estudantes têm expectativas sobre o papel do professor e chegam a rejeitar aqueles que não praticam as formas tradicionais de ensino. Ainda que em um contexto distinto — não pretendíamos uma pedagogia libertadora — é possível considerar que em nossas atividades os alunos manifestaram certa resistência ao que propomos. Em relação ao debate de ideias nos pequenos grupos (assim como a outros aspectos da proposta de experimentação) é preciso que se insista por mais tempo em atividades semelhantes. Desse modo, os estudantes poderão compreender o que se propõe e também aprender os conhecimentos pertinentes ao trabalho em pequenos grupos — em particular, aprender a explicitar suas ideias, debatê-las e tomar decisões baseadas no diálogo.

4.4.3 O ensino e a aprendizagem de conhecimentos de Ciências da Natureza

As limitações discutidas nos itens anteriores, relacionadas ao questionamento dos conhecimentos iniciais e à ausência de debates no pequeno grupo, dificultaram o ensino e aprendizagem de conceitos por meio das atividades experimentais, uma vez que apostávamos naqueles

elementos como favorecedores desse processo. De qualquer modo, antecipa-se que se avaliou como uma contribuição da proposta de experimentação favorecer que se obtivessem indicativos de diferentes níveis de apropriação (ou não) dos conhecimentos estudados.

As conclusões a que o grupo chegou na etapa final primeira atividade se aproximaram das afirmações feitas em seu início. Com isso, parece ter trazido pouca contribuição à apropriação de novos conhecimentos. Os resultados experimentais responderam às expectativas de parte do grupo, que previram o nascimento de pés de feijão (Tadeu) ou, simplesmente, que haveria “crescimento” (Maria e Joana).

O verbo “crescer” foi usado nas previsões e também nos comentários sobre as observações:

Joana: — eu tenho um que cresceu...

Tadeu: — ó pro... olha... o nosso cresceu...

(Transcrição da aula 2)

Os estudantes recorreram à linguagem cotidiana e possivelmente não possuíam em seu vocabulário uma palavra que diferenciasse “crescer” sentido de aumentar de tamanho do “crescer” no sentido de germinar. Em casos assim, cabe ao professor favorecer que se apropriem da linguagem científica. Essa aprendizagem se dá gradualmente e deve ser favorecida desde os primeiros anos de escolaridade (BIZZO, 1998; CARVALHO, 2013), como faz a professora em outro momento:

P.P.: — quando nasce uma plantinha da semente...
você sabem o nome disso?...

Joana: pé de feijão...

P.P.: — não... ((gagueja)) o nascimento de uma
plantinha tem nome... você sabem?...

Joana: não...

P.P.: — chama germinação... sabia João...

João: — quê?...

P.P.: — vem mais perto aqui pra você ouvir...
quando uma semente/... de uma sementinha nasce
uma planta a gente diz que a semente germinou...
em vez de falar nasceu a plantinha e gente fala
que germinou...

(Transcrição da aula 2)

Depois disso, não há registros de uso do termo “germinação” por parte dos alunos, o que não surpreende, uma vez que a apropriação da terminologia científica não deve se limitar à memorização de palavras (BIZZO, 1998). Ainda assim, foi oportuno o momento em que foi introduzido, após a realização do experimento e observação do fenômeno, com subsídios concretos para atribuição de significado. A construção desse conceito deverá ocorrer gradualmente e é tarefa docente auxiliar a diferenciação entre germinação e outros sentidos que o verbo “crescer” pode suscitar.

Ainda que a atividade tenha respondido às expectativas discentes e que tenham existido dificuldades da docente em favorecer o enriquecimento das ideias iniciais, um aspecto positivo em seu desenvolvimento foi o surgimento de questões acerca dos resultados experimentais e a possibilidade de realizar novos experimentos em busca de respostas (BIZZO, 1998). Por exemplo, em discussão com toda a turma, na etapa final, surgiu um questionamento sobre uma possível continuidade do experimento do feijão:

P.P.: — será que esse algodão tem nutrientes... além da água... os nutrientes que a planta precisa pra crescer forte saudável e bonita?...

Julio: — não...

P.P.: — não? então vamo ver nas próximas semanas o que é que vai acontecer... se esse algodão ele fornece os nutrientes necessários...

(Transcrição da aula 2)

Uma semana depois os estudantes analisam um broto de feijão que havia ficado na sala de aula:

Tadeu: — tem que dar água pra ela e areia...

Joana: — eu sei... eu vou colocar areia...

Maria: — não é... é terra...

(Transcrição da aula 3)

Em uma possível continuidade desse estudo — que não aconteceu na presente pesquisa — seria preciso investigar paralelamente o papel de três variáveis no desenvolvimento vegetal: água, terra e luz. Nesse sentido, o experimento clássico da germinação do feijão em

diferentes condições de luminosidade, umidade e substrato²⁹ poderia contribuir para a abordagem da nutrição vegetal e confrontar a ideia equivocada — encontrada até mesmo entre discentes no ensino médio (CARNEIRO, 1999) — de que os vegetais se alimentam de terra e água.

É verdadeiro que os vegetais absorvem variados nutrientes dissolvidos em água através das raízes e que esses nutrientes são fundamentais para que cresçam e se mantenham saudáveis. No entanto, também é preciso compreender que os vegetais produzem seu próprio alimento a partir da luz solar, o que lhes confere matéria prima para o crescimento e energia para a manutenção de suas funções vitais (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996).

A segunda atividade, sobre potabilidade da água, tinha objetivos mais voltados à reflexão sobre os conhecimentos iniciais. Foi discutida a noção de que observações diretas são insuficientes, por exemplo, para determinar a presença de bactérias em um determinado líquido. É indicativo de que essa discussão contribuiu também para a aprendizagem conceitual a resposta do grupo à questão apresentada ao término da última atividade (sobre filtração): “Depois que passamos a água pelo filtro ela já está adequada para ser bebida por um ser humano?”. O registro apresentado pelo grupo foi: “Não porque pode ter bactéria”.

No experimento sobre a filtração, sobre como as folhas e a terra foram separadas da água no filtro, os estudantes deram indicativos de terem se apropriado da palavra tratamento, não utilizada antes em suas respostas. A justificativa apresentada pelo grupo foi apenas “Porque passou por um tratamento.” (Registro do grupo). No entanto, na discussão com toda a turma no final da atividade a professora-pesquisadora conseguiu explorar as ideias expostas pelos demais grupos para fazer uma síntese sobre o processo. A socialização dos resultados de um experimento pode ser uma oportunidade de submeter os argumentos elaborados à crítica. É quando o professor e toda a turma têm a oportunidade de questionar as conclusões apresentadas, debatê-las, identificar limites ou validá-las (MORAES; GALIAZZI; RAMOS,

²⁹ Uma variação do experimento que fizemos, usada frequentemente no estudo da nutrição vegetal, consiste em submeter as sementes de feijão a ambientes com e sem luz solar; com e sem adição de água; usando diferentes substratos, como o algodão, terra, pedras ou nenhum. Na análise dos resultados, a germinação e desenvolvimento dos feijões são relacionados às condições ambientais a que foram submetidos.

2002; GONÇALVES, 2005). O debate de ideias também deve se fazer presente na etapa final da proposta, algo que não ocorreu nas intervenções realizadas.

Finalmente, ressalta-se que a proposta não dispôs de recursos que possibilitassem avaliar as compreensões obtidas pelos estudantes depois da última etapa das atividades, ou seja, depois da discussão e sistematização das conclusões com o grande grupo. Tal ausência pode ser apontada como um limite da proposta. Consideramos a necessidade de um momento ao término da atividade em que os estudantes pudessem organizar e registrar individualmente as suas compreensões sobre os assuntos em estudo através das atividades experimentais.

Apesar do limite salientado, aquilo que foi explicitado nos registros do pequeno grupo e nas discussões com toda a turma na etapa final das atividades permitiu identificar conquistas na aprendizagem, ainda que tenham sido pouco expressivas. De outro lado, também permitiu que fossem reconhecidos aspectos que precisam ser mais bem explorados — por exemplo, a questão da nutrição vegetal e uma abordagem mais ampla do processo de tratamento de água.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença crescente de estudantes cegos em instituições educativas das quais estiveram historicamente ausentes traz consigo desafios. O ensino pautado em referenciais visuais, a carência de recursos materiais apropriados, preconceitos e despreparo docente são aspectos frequentemente apontados como obstáculos à participação desses sujeitos nas práticas educativas, conforme explicitado previamente. Há indicativos de que as respostas a tal contexto têm se constituído predominantemente no desenvolvimento de materiais didáticos. Embora reconheçamos sua relevância, nossa investigação partiu da compreensão de que os recursos materiais e as condições de observação, por si só, são insuficientes para promover a aprendizagem.

Na literatura, buscamos por propostas de experimentação e nelas identificamos convergências (sem negar as possíveis divergências) que consideramos tratar-se de aspectos relevantes ao desenvolvimento de atividades experimentais. São elas: o questionamento como ponto de partida; a atenção aos conhecimentos iniciais dos estudantes; o favorecimento da apropriação de novos conhecimentos através de discussões e contrastes com a realidade empírica; o trabalho em grupo; a socialização do conhecimento; e a preocupação com a formação para a participação social. Tais aspectos são entendidos como relevantes a qualquer estudante — independentemente de serem videntes ou cegos — e inspiraram a nossa proposta de experimentação, elaborada a partir dessas contribuições da literatura e de um estudo piloto.

Na etapa final do trabalho de campo as informações obtidas no desenvolvimento da proposta de experimentação com o coletivo investigado permitiu-nos identificar limites e contribuições para o processo de ensino e aprendizagem dos envolvidos, considerando a aprendizagem de conhecimentos das Ciências da Natureza e do trabalho em pequenos grupos.

O grupo assumiu de modo cooperativo aspectos das atividades e as funções atribuídas aos seus membros parecem ter favorecido as interações entre eles. Destacaram-se, por exemplo, os efeitos da função de comunicador, atribuída a um estudante, cujo desempenho teve implicações para a dinâmica de todo o grupo. A relevância de sua tarefa e a forma como a empreendeu favoreceram o estabelecimento de uma situação de interdependência positiva (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999): o sucesso do comunicador parece ter sido entendido como o sucesso de todo o grupo e os demais membros mobilizaram-se para auxiliá-lo no desenvolvimento da função. Para além da

comunicação, identificamos que o mesmo estudante participou mais ativamente das demais tarefas do grupo (discussões, procedimentos experimentais).

Em sintonia com outros autores que têm recorrido à atribuição de funções aos membros dos grupos de aprendizagem (BONALS, 2003; LOPES; SILVA, 2009; SILVA, 2008), identificamos contribuições desse recurso com o grupo investigado. Ressalta-se que no início do trabalho (ainda no estudo piloto), a realização das tarefas esteve centralizada na figura de uma estudante e a distribuição de funções deu-se no sentido de favorecer maior participação dos demais membros. A partir disso foram identificados avanços. No entanto, uma das funções — a de coordenador — não foi desempenhada pelo estudante para o qual a atribuímos. Uma de suas colegas assumiu espontaneamente o papel de coordenador no grupo (desempenhando, portanto, mais de uma função) e há a possibilidade de isto ter contribuído para o não desempenho da função pelo estudante ao qual havia sido inicialmente designada — registra-se que ele também não movimentou-se no sentido de exercê-la.

Os estudantes manifestaram conhecimentos que precisam evoluir no que diz respeito à forma de trabalhar em grupo. Por exemplo, o modo como as decisões foram tomadas (sem debate de ideias e centralizadas na estudante que assumiu de modo espontâneo a liderança do grupo desde o estudo piloto). A tomada de decisões de modo equilibrado é ressaltada na literatura como uma das aprendizagens mais difíceis a serem conquistadas no trabalho em pequenos grupos (BONALS, 2003). Recorrer a funções rotativas, de modo que a cada encontro os estudantes trocassem as funções entre si, poderia ter sido salutar ao grupo e ao mesmo tempo dar mais indicativos se a estudante que assumiu a função de coordenadora o fez porque ela não foi assumida pelo seu responsável ou se continuaria procurando desempenhar a função de coordenadora não atribuída a ela originalmente. A estratégia de tornar as funções rotativas foi adotada por Silva (2008), que a partir disso identificou a circulação da liderança entre os membros do grupo com contribuições à participação equilibrada e ao processo de ensino e aprendizagem. Não há garantias de que isso aconteceria igualmente no grupo aqui analisado. Por outro lado, a manutenção das funções para cada sujeito em certo período possibilitou avaliar o desempenho e conhecimentos dos estudantes associados a elas, bem como suas evoluções.

Também reconhecemos na proposta de experimentação contribuições para a aprendizagem e fortalecimento de atitudes. Esse tipo de aprendizagem caracteriza-se por sua morosidade (POZO, 2003) e

não é possível sinalizar avanços a partir do número reduzido de intervenções que fizemos. No entanto, foi possível identificar potencialidades da proposta para o favorecimento da aprendizagem de atitudes como a tolerância, o respeito, a cooperação e a boa disponibilidade para com as necessidades dos demais.

Além de atitudes, o trabalho em pequenos grupos revelou-se como um espaço para a aprendizagem de habilidades sociais necessárias ao estabelecimento e manutenção de interações sociais satisfatórias. As atividades demandaram e favoreceram interações entre os estudantes. Entendemos que o investimento no trabalho em grupo e nos experimentos pode contribuir para o desenvolvimento dessas habilidades por todos os estudantes.

Ainda que o investimento nas interações sociais por parte dos professores dos anos iniciais que lecionam Ciências da Natureza para estudantes cegos não se constitua em uma novidade, como caracteriza Marily Silva (2013), o que apresentamos neste trabalho dá indicativos de que a qualidade das referidas interações precisa ser objeto de atenção e aperfeiçoamento. Em outras palavras, não são quaisquer interações que têm o potencial de favorecer as desejáveis aprendizagens discentes. Não menos importantes também devem ser as interações entre os professores que atuam na educação de estudantes cegos (professor da turma regular e o professor de educação especial), aspectos que a autora supracitada igualmente sinaliza.

Em relação à dimensão concreta das atividades experimentais, a professora-pesquisadora, demonstrou dificuldades em favorecer a superação do obstáculo da experiência primeira no decorrer das intervenções da pesquisa. Destacamos a necessidade de atenção constante a esse problema e de intervenções docentes para que os experimentos não se limitem ao empirismo colorido que pode até mesmo prejudicar a aprendizagem em Ciências da Natureza.

Um dos estudantes, o cego, não realizou os procedimentos e observações com autonomia, ainda que as atividades tenham sido planejadas para que isso fosse possível. Sua participação deu-se a partir de intervenções das docentes ou de seus colegas. Ainda assim, manifestou pouca intencionalidade em suas ações. Sinalizamos como um dos possíveis fatores responsáveis pelo exposto a necessidade de maior desenvolvimento de suas habilidades perceptivas, ou seja, à habilidade de usar os sentidos para obter informações. Compreendemos que promoção de atividades experimentais nas aulas de ciências pode oferecer contribuições nesse sentido.

Em relação ao trabalho em grupo, na interpretação das dificuldades de João é preciso considerar a morosidade na aprendizagem de habilidades sociais, ou seja, habilidades para iniciar e manter interações sociais saudáveis e responder de modo adequado quando outra pessoa interage consigo. A partir de extensa revisão bibliográfica, Escribano e Alonso (2005) apresentam um panorama do comportamento social dos cegos. Ainda que os resultados trazidos pelos autores possam ser contrariados e não tomados como absolutos — os resultados da pesquisa de Voos (2013) podem ser tomados como um exemplo de contraponto — eles destacam que, em comparação com os videntes, os cegos manifestam menor qualidade e quantidade de interações sociais; pouca assertividade; maior isolamento social; menos interações com pares da mesma idade (inclusive com outros cegos); mais tempo sozinhos.

Essas características não são inerentes ao sujeito cego, mas consequências de sua história de socialização desde a mais tenra idade (no caso dos cegos congênicos). Entre bebês e adultos videntes, grande parte das interações está relacionada a estímulos visuais — brincadeiras gestuais para provocar riso, por exemplo. Entre bebês cegos e adultos videntes, as interações são geralmente reduzidas e isso pode influenciar negativamente o desenvolvimento social dos cegos desde a primeira infância (ESCRIBANO; ALONSO, 2005). Com isso, temos a necessidade de criar formas alternativas de interação, que não dependam de estímulos visuais. No coletivo investigado, aprender a interagir através de outros sentidos constitui uma demanda formativa para todos os sujeitos.

No que esse refere ao ensino e aprendizagem de conhecimentos de Ciências da Natureza, as respostas às questões apresentadas no início de cada atividade deram indicativos dos conhecimentos iniciais dos estudantes. Isso é entendido como um aspecto positivo da proposta, possibilitando a apreensão de tais conhecimentos pela professora-pesquisadora. A dificuldade vivenciada pela docente esteve em abordá-los, questioná-los, evidenciar seus limites e favorecer o reconhecimento da necessidade de novos conhecimentos para compreender as situações em estudo. Interpretamos que os limites em relação à abordagem dos conhecimentos iniciais situaram-se mais na atuação docente do que na proposta.

O debate em pequenos grupos — sobre os conhecimentos iniciais e para a análise dos resultados experimentais — ocorreram de modo superficial. A proposta não favoreceu esse tipo de interação, o que poderia ter contribuído para o compartilhamento de ideias, reflexões e

reformulações. As decisões acerca das questões apresentadas para discussão foram tomadas sem discussão, com protagonismo de apenas uma estudante. A necessidade de que as respostas fossem elaboradas em grupo, ressaltada pelas professoras, foi compreendida de modo distinto do que se pretendia propor e a participação do grupo se restringiu à manifestação de concordância ou discordância com as respostas apresentadas por apenas um de seus membros. Compreendemos que a não ocorrência do debate relacionou-se não somente a limites da proposta, mas aos conhecimentos discentes sobre como trabalhar em grupo e à pouca experiência que possuíam em debater e tomar decisões a partir do diálogo.

Ao término das atividades foi possível reconhecer poucos avanços nas aprendizagens sobre os assuntos em estudo através dos registros discentes e de suas falas nas discussões com toda a turma. No entanto, carecemos de recursos que permitissem analisar as compreensões alcançadas individualmente pelos estudantes após a sistematização orientada pela professora-pesquisadora na etapa final de cada atividade. Uma possibilidade de alteração da proposta para facilitar a avaliação das aprendizagens individuais seria a inclusão de um momento de produção escrita individual no término nas atividades, como acontece, por exemplo, na proposta de experimentação apresentada por Oliveira e Carvalho (2005). As atividades investigativas desenvolvidas pelas autoras, que também envolvem os anos iniciais, são concluídas com relatos escritos ou desenhados sobre as atividades realizadas. Elas argumentam que a necessidade de reflexão para efetuar o registro ajuda os estudantes a refinarem seu pensamento contribuindo para o entendimento sobre o assunto em estudo. Assim a escrita é também um dos recursos usados na construção do conhecimento. No entanto, entendemos que a inclusão desse elemento não implica necessariamente na explicitação das aprendizagens.

Com o que conseguimos identificar, avaliou-se que as atividades provocaram poucos avanços relacionados a aprendizagens conceituais. Isso se relaciona, em parte, às várias dificuldades vivenciadas no desenvolvimento da proposta: limites nos conhecimentos sobre trabalho em grupo; obstáculo da experiência primeira para parte do grupo; pouco envolvimento de um dos membros na realização dos experimentos; compreensões equivocadas sobre os objetivos das tarefas; pouco questionamento dos conhecimentos iniciais explicitados pelos estudantes; ausência de debate de ideias no pequeno grupo. Todos esses elementos são considerados relevantes no processo de ensino e aprendizagem em Ciências da Natureza.

Em nossa proposta exaltamos os conhecimentos iniciais dos estudantes, o trabalho em grupo, a discussão e o questionamento para a apropriação de conhecimentos sistematizados. Na análise das intervenções, consideramos os conhecimentos que os estudantes possuíam sobre como trabalhar em grupo, sobre a importância do questionamento, sobre como questionar, sobre como dialogar entre seus pares. Identificamos limitações nesses conhecimentos e defendemos que sejam tomados como objeto de ensino. Para tanto, torna-se necessário explicitar aos discentes os objetivos das atividades, não só aqueles relacionados às aprendizagens conceituais, mas também às outras aprendizagens relacionadas à proposta, tais como as atitudes e o trabalho em grupo. É preciso também avaliar coletivamente as conquistas e insucessos, os caminhos construídos e as necessárias alterações na dinâmica de trabalho. Tal explicitação e avaliação não foram contempladas inicialmente na proposta de experimentação, representando algo a ser reconsiderado.

Finalmente, relacionamos parte dos limites identificados na proposta à pontualidade de nossa atuação e às possibilidades de trabalho em parceria com os profissionais envolvidos com a turma. Tivemos poucas oportunidades de discussão das atividades com as professoras envolvidas. Também não foi possível discutir e contribuir no planejamento das demais atividades que deveriam estar articuladas à experimentação para a abordagem dos assuntos em estudo em sala de aula. Nossa atuação, no entanto, tem aproximações com a forma que os professores auxiliares de atividades de ciências têm trabalhado nas escolas do município de Florianópolis.

Neves (2012) identificou que as condições de trabalho na RME de Florianópolis são pouco favoráveis ao trabalho coletivo entre esses profissionais e os professores cujas turmas realizam atividades nos laboratórios de ciências. É possível afirmar algo semelhante em relação à atuação dos professores da área de Educação Especial. Michels, Carneiro e Garcia (2012), por exemplo, em investigação realizada em seis escolas da RME, identificaram a ausência de estratégias sistemáticas de articulação entre a atuação desses profissionais e os professores das turmas regulares.

Defendemos a parceria entre os três profissionais: professor auxiliar de atividades de ciências, professor de Educação Especial e professor da turma regular. Isso porque cada um tem contribuições específicas a oferecer às práticas educativas em Ciências em coletivos como o investigado. No caso que analisamos, por exemplo, identificamos a necessidade de que as atividades experimentais fossem

articuladas a outras atividades para favorecer a aprendizagem sobre os assuntos em estudo. Não foi possível contribuir para o planejamento dessas atividades pelas dificuldades na interlocução com a docente da turma, que, em última análise, é a principal responsável pelo Ensino de Ciências. Também reconhecemos a necessidade de investimentos no ensino de habilidades sociais e perceptivas, em especial para o estudante cego. Para tanto, os experimentos articulados ao trabalho em grupo poderiam contribuir, sobretudo se fossem planejados em parceria com o professor de Educação Especial, que tem conhecimentos distintos dos nossos sobre as especificidades da educação de cegos.

À guisa de síntese, consideramos que a proposta contribuiu para a criação de um espaço favorável à aprendizagem do trabalho em grupo, de atitudes e habilidades sociais a ele relacionadas; ao favorecimento das interações entre os estudantes e menor desequilíbrio participativo a partir da atribuição de funções aos membros do pequeno grupo; possibilitou a manifestação dos conhecimentos iniciais dos estudantes (embora tenham sido pouco explorados no processo de ensino e aprendizagem). Além disso, as resistências que reconhecemos na realização de observações táteis pelo estudante cego podem ser enfrentadas, dentre outras formas, através da insistência na promoção de atividades experimentais que permitam observações multissensoriais. A proposta de experimentação em pequenos grupos também pode trazer contribuições para a superação das dificuldades manifestadas pelo mesmo estudante no estabelecimento e manutenção de interações com seus colegas.

Em relação aos limites, consideramos que a proposta não evitou que os estudantes centrassem sua atenção na dimensão concreta dos experimentos, sendo uma dificuldade para a professora-pesquisadora a superação do obstáculo da experiência primeira; os aspectos incorporados às atividades em consideração à presença de um cego não repercutiram em sua participação com autonomia; a proposta não favoreceu o debate de ideias no pequeno grupo (embora isso não esteja associado exclusivamente à proposta, mas a conhecimentos discentes sobre o trabalho em grupo); não houve recursos que permitissem uma avaliação individual das aprendizagens no término de cada atividade; o fato de não terem sido explicitados os objetivos de aprendizagem das atividades (sobretudo os relacionados ao trabalho em grupo) impactou no modo como os estudantes empreenderam as suas tarefas uma vez que suas expectativas sobre as mesmas nem sempre foram convergentes com o que pretendíamos propor.

Os limites identificados também podem estar associados a explicações mais complexas. Por exemplo, é possível que as compreensões sobre a cegueira que possuem o estudante cego e seus colegas tenham influenciado o processo de ensino e aprendizagem e a dinâmica de trabalho no pequeno grupo. Essas compreensões não foram objeto de análise no trabalho, mas podem constituir futuros objetos de estudo em pesquisas sobre as atividades envolvendo estudantes cegos e videntes em pequenos grupos — não somente nos anos iniciais do ensino fundamental como em outros níveis educacionais.

A construção de práticas educativas que respeitem a diversidade e que sejam promissoras na tarefa de ensinar Ciências da Natureza, passa pelo reconhecimento das peculiaridades dos estudantes. Em nossa investigação elaboramos uma proposta de experimentação fundamentada em um breve estudo piloto e naquilo que a literatura nos dizia sobre experimentos, crianças dos anos iniciais, cegos e videntes. Foi também no desenvolvimento da proposta em sala de aula que conhecemos esses sujeitos, os conhecimentos que possuíam sobre os objetos de estudo, suas habilidades para o trabalho em grupos, suas dificuldades na realização de experimentos e observações, entre outros aspectos. A partir disso apresentamos perspectivas de ação docente no sentido de responder às demandas manifestadas nas atividades experimentais.

É por isso que os limites sinalizados no trabalho também se constituem em contribuições. Nos limites encontramos espaços para sinalizar possibilidades para o processo de ensino e aprendizagem em Ciências da Natureza em coletivos que envolvem sujeitos cegos e videntes. Esperamos que essas possibilidades contribuam para a construção de práticas educativas em novos contextos, considerando as especificidades e necessidades dos sujeitos envolvidos.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, J. P. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

AMIRALIAN, M. L. T. M. **Compreendendo o cego: uma visão psicanalítica da cegueira por meio de desenhos-estórias**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997.

AQUINO, L. V.; LIMA, M. A.; MANO, D. M. S. O aluno com necessidades específicas e sua inclusão na escola: uma contribuição da biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo paradigma? **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 5, n.1, p. 01-16, mar. 2003.

AULER, D., et al. Transporte particular X coletivo: Intervenção curricular pautada por interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, Espanha, v. extra, p. 01-06. 2005.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BIAGINI, B.; MACHADO, C. A experimentação no ensino de ciências em duas escolas municipais de Florianópolis/SC. **Revista da SBEnBio**, Niterói, n.7, p. 900-911, out. 2014.

BIZZO, N. M. V. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Ática, 1998.

BONALS, J. **O trabalho em pequenos grupos na sala de aula**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p.291-313, dez. 2002.

BRASIL. Lei n. 4024, de 20 de dezembro de 1961. Fixa as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 27 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. **Sinopse Estatística da Educação Básica: Censo Escolar 2002**. Brasília: MEC/INEP, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. **Sinopse Estatística da Educação Básica: Censo Escolar 2012**. Brasília: MEC/INEP, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC/SEB/DICEI, 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Especial. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC/SEES, 2007.

BRITO, L. G. F.; SILVA, M. G. L. A tabela periódica: um recurso para a inclusão de alunos com deficiência visual. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPPEC, 2006.

BULEGON, A. M. **Potencialidades dos experimentos na aprendizagem significativa dos conceitos físicos de hidrostática**. 2006. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática) – Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, 2006.

CACHAPUZ, A., et al. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

CALDEIRA, F. J. P. **A estratégia “Prediga-Observe-Explique” suportada por computador na aprendizagem de conceitos da**

electricidade. 2008. Dissertação (Mestrado em Comunicação Educacional Multimédia) – Universidade Aberta, Lisboa, Portugal, 2008.

CAMARGO, E. P. **O ensino de Física no contexto da deficiência visual**: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão. 2005. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências**, Espanha, v. 6, p. 378-401. 2007.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D. Atividade e material didático para o ensino de Física de alunos com deficiência visual: Queda dos objetos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, 2003, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: ABRAPEC, 2003.

_____. Ensino de física e alunos com deficiência visual: análise e proposta de procedimentos docentes de condução de atividades de ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2006.

_____. O ensino de física no contexto da deficiência visual: análise de uma atividade estruturada sobre um evento sonoro - posição de encontro de dois móveis. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 2, p. 155-169, ago. 2006.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D.; BARROS FILHO, J. Ensino de Física e deficiência visual: atividades que abordam o conceito de aceleração da gravidade. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 03, p. 343-364. 2006.

CARNEIRO, M. H. S. Estudo das representações do conceito de nutrição vegetal In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos. **Atas...** Valinhos: APRAPEC, 1999.

CARRASCOSA, J., et al. Papel de la actividade experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 157-181, ago. 2006.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

_____. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI). In: LONGHINI, M. D. (org). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 253-266.

_____. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (Orgs.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Unijuí, 2006. p. 13-48.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência, afinal?** Tradução de Raul Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1993.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal**. 1982. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

_____. **Conhecimento, tensões e transições**. 1991. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

_____. La educacion en ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 37-62, jul. 2008.

DELIZOICOV, N.; SLOGO, I. I. P. O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: elementos para uma reflexão. **Série-Estudos**, Brasília, n. 32, p. 205-221, jul.-dez. 2011.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

ESCRIBANO, C. C.; ALONSO, M. A. V. **Habilidades sociais:** Programa para mejorar las relaciones sociales entre niños y jóvenes com deficiência visual y sus iguales sin discapacidad. Madrid: ONCE, 2005.

FAZZI, E., et al. Stereotyped behaviours in blind children. **Brain & Development**, Japão, v. 21, p. 522-528. 1999.

FERREIRA, S. M.S.; LIMA, S. A.; STADLER, R. C. O desenvolvimento de noções prévias para o acesso ao conhecimento científico em escolares cegos dos anos iniciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2009, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009. v. 007, p. 369-369.

FERREIRA, T. I. C. **Participar para ver:** as interações sociais nas aulas de Ciências da Natureza como uma prática inclusiva de alunos cegos no 2º Ciclo do Ensino Básico. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação – Especialização: Didática das Ciências), Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Lisboa, Portugal, 2009.

FLORIANÓPOLIS. **Processo Seletivo de Substitutos - Edital N° 004/2013.** Disponível em: <http://2013educapmf.fepese.org.br/?go=edital&mn=1151b3eab3b069d5112ccae1943307c4&edital=4>

FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Educação. Portaria n. 116, de 19 de abril de 2012. Estabelece orientações à realização de pesquisas no âmbito da secretaria municipal de educação e unidades educativas da rede municipal de ensino de Florianópolis. Disponível em <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/13_06_2012_12.59.38.7db658474cf41dbfdaf1f30bd00d4479.pdf> . Acesso em: 28/03/2014

FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Educação. Departamento de Educação Fundamental. **Proposta Curricular da Rede Municipal de Ensino.** Florianópolis, 2008.

FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Educação de Florianópolis. **Matriz Curricular Ensino Fundamental de 9 anos.** Florianópolis, 2011. Disponível em <http://ebmjoaogoncalves.weebly.com/uploads/5/2/3/6/5236604/matr_fi

nal_2011_ef_09_anos_sme_pmf.pdf>. Acesso em 29 de setembro de 2012.

FRANÇA-FREITAS, M. L. P.; GIL, M. S. C. A. O desenvolvimento de crianças cegas e de crianças videntes. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v. 18, n. 3, p. 507-526, jul.-set. 2012.

FRANCISCO JR., W.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 30, p. 34-41, nov. 2008.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Tradução de Rosisca Darci de Oliveira. 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. 54. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo e Ousadia: O Cotidiano do Professor**. Tradução de Adriana Lopez. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

GABARDO, C. L., et al. **Caminhos: Ensino Fundamental**. Curitiba: Sistema Educacional Família e Escola (SEFE), 2011. v. 4.

_____. **Caminhos: Ensino Fundamental**. Curitiba: Sistema Educacional Família e Escola (SEFE), 2011. v. 6.

GALIAZZI, M. C. et al. Sugestão de atividade experimental: a velha vela em questão. **Química nova na escola**, São Paulo, n. 21, p. 25-28, mai. 2005.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 326-331. 2004.

GARCIA, R. M. C. Políticas para a educação especial e as formas organizativas do trabalho pedagógico. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v. 12, n. 3, p. 299-316, set.-dez. 2006.

MICHELS, M. H.; CARNEIRO, M. S. C. GARCIA, R. M. C. O caráter conservador da perspectiva inclusiva na educação especial: as salas

multimeios na rede municipal de Florianópolis. **Revista Cocar**, Belém, v. 6, n. 11, p. 17-28, jan.-jul. 2012.

GIL-PÉREZ, D. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, Espanha, v. 1, n. 1, p. 26-33. 1983.

GIL-PÉREZ, D., et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153. 2001.

GIL-PÉREZ, D. VALDÉS, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, Espanha, v. 14, n. 2, 155-163. 1996.

GONÇALVES, F. P. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de Química**. 2009. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

_____. **O Texto de Experimentação na Educação em Química: Discursos Pedagógicos e Epistemológicos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2009.

GONÇALVES, F. P.; GALIAZZI, M. C. A natureza das atividades experimentais no ensino de ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (OrgS.). **Educação em Ciências: produção de currículo e formação de professores**. Ijuí: Unijuí, 2004. p. 237-252.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em texto de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 219-238. 2006.

GUNSTONE, R. F. Reconstructing theory from practical experience. In: WOOLNOUGH, B. (Org.). **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991. p. 67-77.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, Espanha, v. 12, n. 3, p.299-313. 1994.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; HOLUBEC, E. **El aprendizaje cooperativo en el aula**. Tradução de Gloria Vitale. Buenos Aires: Paidós, 1999.

KAWASAKI, C. S; BIZZO, N. M. V. Fotossíntese: Um tema para o ensino de ciências? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 12, p.24-29, nov. 2000.

LAPLANE, A. L. F.; BATISTA, C. G. Ver, não ver e aprender: a participação de crianças com baixa visão e cegueira na escola. **Cad. Cedes**, Campinas, vol. 28, n. 75, p. 209-227, mai.-ago. 2008.

LONGHINI, M. D. O conhecimento do conteúdo científico e a formação do professor das séries iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 241-253. 2008.

LOPES, A. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 248-273, dez. 1996.

LOPES, J.; SILVA, H. S. **Aprendizagem cooperativa na sala de aula: um guia prático para o professor**. Portugal: Lidel, 2009.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 37-50, jun. 2001.

LUNNEY, D.; MORRISON, R. C. High technology laboratory aids for visually handicapped chemistry students. **Journal of Chemical Education**, Estados Unidos, v. 58, n. 3, p. 228-231, mar. 1981.

MACEDO, S. S. **Estratégias didáticas de professores do ensino fundamental ao lidar com concepções alternativas de alunos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) —

Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MAIA, J. M. D.; DEL PRETTE, A.; FREITAS, L. C. Habilidades sociais de pessoas com deficiência visual. **Revista Brasileira de Terapias Cognitivas**, Ribeirão Preto, v. 4, n. 1. 2008.

MELETTI, S. M. F.; BUENO, J. G. S. O impacto das políticas públicas de escolarização de alunos com deficiência: uma análise dos indicadores sociais no Brasil. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 17, n. 33, p. 367-383, mai.-ago. 2011.

MONEREO, C. GISBERT, D. D. **Tramas**: procedimentos para a aprendizagem cooperativa. Tradução de Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artmed, 2005.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2013.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. R. (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula**. Porto Alegre: Edipucrs, 2002. p. 9-24.

MOREIRA, A. F. B. **Estudos de currículo no Brasil**: abordagens históricas. Conferência apresentada no IV Colóquio sobre Questões Curriculares, Universidade do Minho, Braga, Portugal. 2000.

MORRONE, W.; ARAÚJO, M. S. T.; AMARAL, L. H. Analogias e experimentação em eletrodinâmico baseadas no conhecimento sensível: um experimento para aprendizagem significativa de alunos deficientes visuais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos**: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. 2010. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

NEVES, K. O. **As Atividades Experimentais e o Ensino de Ciências: Limites e Possibilidades da Atuação do Coordenador de Laboratório de Ciências.** 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

OCHAITA, E.; ROSA, A. Percepção, ação e conhecimento nas crianças cegas. In: COLL, C.; PALÁCIOS, J.; MASCHESI, A. (Org.). **Desenvolvimento psicológico e educação: necessidades educativas especiais e aprendizagem escolar.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1995. p.183-197.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005.

RAZUCK, R. C. S. R., et al. O ensino de modelos atômicos a deficientes visuais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O ensino de Ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 299-331. 2008.

PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências a partir dos problemas da comunidade.** 1981. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1981.

POZO, J. I. Aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de capacidades no ensino médio. In: COLL, C., et al. (Orgs). **Psicologia da aprendizagem no ensino médio.** Tradução de Cristina Maria de Oliveira. Porto Alegre: Artmed, 2003, p.43-66.

QUADROS, L., et al. Construção de Tabela Periódica e Modelo Físico do Átomo Para Pessoas com Deficiência Visual. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

RAVEN, P. H.; EVERTT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 1996.

SAMPAIO, M. M. F.; ZITA, A. D. Q.; PIMENTEL, P. **Interdisciplinaridade no município de São Paulo**. Brasília: INEP, 1994.

SARABIA, B. El aprendizaje y la enseñanza de las actitudes. In: COLL, C., et al. (Orgs). **Los contenidos de la reforma: enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes**. Madrid: Santillana, 1992. p.133-197.

SCHIEL, D.; ORLANDI, A. S. (Orgs.). **Ensino de Ciências por Investigação**. São Paulo: Centro de Divulgação Científica e Cultural, USP, 2009.

SILVA, G. S. F. **As intervenções do professor e processo grupal nas aulas de Física: uma análise à luz da teoria de Grupos Operativos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SILVA, G. R. História da Ciência e experimentação: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p.121-132, jan.-jun. 2013.

SILVA, M. D. **O ensino de ciências da natureza nos anos iniciais do ensino fundamental a estudantes com cegueira**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SOLER, M. A. **Didáctica multisensorial de las ciencias: Un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales y también sin problemas de visión**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

SUPALO, C. Techniques to enhance instructors' teaching effectiveness with chemistry students who are blind or visually impaired. **Journal of Chemical Education**, Estados Unidos, v.82, n.10, out, 1513-1518. 2005.

SUPALO, C., et al. Low-cost laboratory adaptations for precollege students who are blind or visually impaired. **Journal of Chemical Education**, Estados Unidos, v.85, n.2, p.243-247, fev. 2008.

SUPALO, C., et al. Using adaptive tools and techniques to teach a class of students who are blind or low-vision. **Journal of Chemical Education**, Estados Unidos, v.86, n5, p.587-591, mai. 2009.

TAO, P. K.; GUNSTONE, R. F. The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. **Journal of Research in Science Teaching**, Estados Unidos, v. 36, n. 7, p. 859–882. 1999.

TOMBAUGH, D. Chemistry and the visually impaired. **Journal of Chemical Education**, Estados Unidos, v. 58, n. 3, p. 222-226, mar. 1981.

VOOS, I. C. **O processo educativo em ciências da natureza para cegos em cursos de graduação em Fisioterapia**: a tecnologia assistiva e as interações sociais. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

ZABALZA, M. A. **Diários de aula**: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 67-80, nov. 2011.

ANEXO A - Principais sinais usados em uma transcrição de gravação de vídeo

Principais sinais usados em uma transcrição

1- Para marcar qualquer tipo de pausa se deve empregar reticências no lugar dos sinais típicos da língua escrita, como ponto final, vírgula, ponto de exclamação, dois pontos e ponto-e-vírgula. O único sinal de pontuação a ser mantido é o ponto de interrogação;

2- () para hipóteses do que se ouviu;

3- (()) para a inserção de comentários do pesquisador;

4- :: para indicar prolongamento de vogal ou consoante. Por exemplo “éh::”;

5- / para indicar truncamento de palavras. Por exemplo: “o pro/... o procedimento”;

6- - para silabação. Por exemplo: “di-la-ta-ção”;

7- — para quebras na sequência temática com inserção de comentários. Por exemplo: “as partículas do arame $\frac{3}{4}$ que é um sólido $\frac{3}{4}$ se afastam”;

8- Letras maiúsculas para entonação enfática;

9- Para turnos superpostos (falas sobrepostas) utilizamos deslocamento (____) e colchetes ([]) no caso de falas simultâneas;

10- Para representar a simultaneidade das diversas linguagens, por exemplo, oral e gestual, deve-se alterar a formatação da fonte utilizando letras em negrito, itálico ou sublinhado.

Fonte:

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (Orgs.). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Unijuí, 2006. p. 13-48.

APÊNDICE A - Revisão da literatura nacional sobre Ensino de Ciências a estudantes com deficiência visual

Revisão da literatura nacional sobre Ensino de Ciências a estudantes com deficiência visual

Foram consultadas as publicações de um evento e cinco periódicos representativos da área de pesquisa em Ensino de Ciências: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e os periódicos Ciência & Educação (C&E), Investigações em Ensino de Ciências (Inv. EC), Alexandria: Revista de Educação em Ciência Tecnologia (Alexandria), Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Ensaio) e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC). Tomou-se como referência o intervalo entre os anos 2001 e 2013. Foram usados como descritores: cegueira, cegos, deficiência visual e deficientes visuais.

Revisão de literatura sobre Ensino de Ciências a pessoas com deficiência visual

Fonte	Autores	Foco	AC
ENPEC	Camargo (2001)	Interações sociais na aprendizagem	F
	Camargo e Silva (2003)	Proposta de experimento e encaminhamento metodológico	F
	Costa-Pinto et al. (2006)	Desenvolvimento de recursos adaptados	F
	Brito e Silva (2006)	Desenvolvimento de recursos adaptados	Q
	Duarte et al. (2006)	Desenvolvimento de recursos adaptados	C
	Camargo e Nardi (2006)	Dificuldades e alternativas encontradas no Ensino de Ciências a deficientes visuais	F
	Camargo e Silva (2006)	Proposta de experimentos e encaminhamento metodológico	F
	Almeida et al. (2006)	Concepções alternativas	F
	Lourenzo e Marzorati (2006)	Desenvolvimento de recursos adaptados	Q

Duarte et al. (2007)	Percepções dos estudantes	C
Camargo et al. (2007)	Dificuldades no Ensino de Ciências a deficientes visuais	F
Pires, Raposo e Mól (2007)	Desenvolvimento de recursos adaptados	Q
Ferreira e Dickman (2007)	Concepções dos professores sobre o ensino de física a estudantes cegos	F
Tato e Lima (2007)	Desenvolvimento de recursos adaptados	M
Ferreira, Stadler e Lima (2009)	Noções condicionantes da aprendizagem de conceitos científicos	C
Santos et al. (2009)	Concepções alternativas	F
Morrone, Araújo e Amaral (2009)	Proposta de experimentos e encaminhamento metodológico	F
Schwan e Neto (2011)	Revisão de literatura	Q
Libardi et al. (2011)	Relato de experiência sobre o uso de materiais manipuláveis e jogos	M
Santos, B. et al. (2011)	Revisão de literatura	F
Quadros et al. (2011)	Desenvolvimento de recursos adaptados	Q
Santos, M. et al. (2011)	Concepções alternativas	F
Aguiar e Lima (2011)	Concepções de professores	F
Costa, Queiroz e Furtado (2011)	Desenvolvimento de recursos adaptados e experimentos	F
Batista et al. (2011)	Formação de professores	C

	Carvalho et al. (2011)	Proposta para o uso do computador	F
	Viveiros e Camargo (2011)	Implicações da neurociência para o ensino de física a deficientes visuais	F
	Bandeira et al. (2011)	Desenvolvimento de recursos adaptados	M
	Razuck et al. (2011)	Desenvolvimento de recursos adaptados	Q
	Aquino et al. (2011)	Desenvolvimento de recursos adaptados	B
C&E	Costa, Neves e Barone (2006)	Concepções de professores e estudantes	F
	Camargo e Silva (2006)	Proposta de experimento e encaminhamento metodológico	F
	Camargo (2010)	Dificuldades no ensino de física a deficientes visuais	F
Inv. EC	Camargo, Silva e Barros-Filho (2006)	Proposta de experimento e encaminhamento metodológico	F
	Camargo e Nardi (2007)	Dificuldades e alternativas no ensino de física a deficientes visuais	F
Alexandria	Camargo e Nardi (2008)	Dificuldades e alternativas no ensino de física a deficientes visuais	F
Ensaio	Lima e Machado (2011)	Concepções de licenciandos	F
	Camargo e Scalvi (2001)	Concepções alternativas	F
	Camargo e Nardi (2010)	Dificuldades e alternativas no ensino de física a deficientes visuais	F
	Lippe, Alves e Camargo (2012)	Experiência de estudante	F
RBPEC	Dickman e Ferreira (2008)	Desafios e perspectivas do ensino-aprendizagem de física a cegos	F

LEGENDA: AC: área do conhecimento considerada nos trabalhos / F: física / Q: química / B: biologia / C: ciências no ensino fundamental

REFERÊNCIAS:

AGUIAR, M. V. F.; LIMA, M. C. A. B. Como pensam os professores de física de um colégio público em relação ao ensino de física para deficientes visuais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

ALMEIDA, D. R. V., et al. Ensino de óptica para alunos com deficiência visual: análise de concepções alternativas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2006.

AQUINO, L.V. ; LIMA, M.A. ; MANO, D. M. S. O aluno com necessidades específicas e sua inclusão na escola: uma contribuição da biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

BANDEIRA, Salette M. C., et al. Fundamentos epistemológicos da inclusão social e educacional dos deficientes visuais: estudo de funções a partir de um tabuleiro perfurado. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

LIMA, M. C. A. B.; MACHADO, M. A. D. As representações sociais dos licenciandos de física referentes à inclusão de deficientes visuais. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 119-131. 2011.

BATISTA, M. A. R. S., et al. O Diário Virtual Coletivo: Um Recurso para Investigação da Formação de Professores de Ciências de Deficientes Visuais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

BRITO, L. G. F.; SILVA, M. G. L. A tabela periódica: um recurso para a inclusão de alunos com deficiência visual. In: ENCONTRO

NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2006.

CAMARGO, E. P. Considerações Sobre o Ensino de Física para Deficientes Visuais de Acordo com uma Abordagem Sócio-Interacionista. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3, 2001, Atibaia. **Atas...** Atibaia: ABRAPEC, 2001.

_____. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de mecânica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 1, p. 259-275. 2010.

CAMARGO, E. P., et al. Alunos com deficiência visual em um curso de química: fatores atitudinais como dificuldades educacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Dificuldades e alternativas iniciais encontradas por licenciandos para a elaboração de atividades de ensino de física para alunos com deficiência visual. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2006.

_____. Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos em Física para o planejamento de atividades de ensino de eletromagnetismo para alunos com e sem deficiência visual. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12, p. 55-69. 2007.

_____. Panorama geral das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de óptica. **Alexandria**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 81-106. 2008.

_____. Contextos comunicacionais adequados e inadequados à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de mecânica. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 27-48. 2010.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D. Atividade e material didático para o ensino de Física de alunos com deficiência visual: Queda dos objetos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM

CIÊNCIAS, 4, 2003, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: ABRAPEC, 2003.

_____. Ensino de física e alunos com deficiência visual: análise e proposta de procedimentos docentes de condução de atividades de ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2006.

_____. O ensino de física no contexto da deficiência visual: análise de uma atividade estruturada sobre um evento sonoro - posição de encontro de dois móveis. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, p. 155-169. 2006.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D.; BARROS-FILHO, J. Ensino de Física e deficiência visual: atividades que abordam o conceito de aceleração da gravidade. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 343-364. 2006.

CAMARGO, E. P.; SCALVI, L. V. A. A compreensão do repouso e do movimento a partir de referenciais observacionais não visuais: análises qualitativas de concepções alternativas de indivíduos portadores de deficiência visual total. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 3, N. 2, p. 117-131. 2001.

CARVALHO, J. C. Q., et al. Uma proposta do uso do computador como ferramenta inclusiva de deficientes visuais em aulas de Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

COSTA, J. J. L.; QUEIROZ, J. R. O. ; FURTADO, W. W. Ensino de Física para deficientes visuais: métodos e materiais utilizados na mudança de referencial observacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

COSTA, L. G.; NEVES, M. C. D.; BARONE, D. A. C. O Ensino de Física para Deficientes Visuais a partir de uma Perspectiva Fenomenológica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n.2, p. 143-153. 2006.

COSTA-PINTO, D., et al. A construção de museus de ciências auxiliando deficientes visuais no ensino fundamental, médio e superior no estado do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2006.

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

DUARTE, A. C. S. Aprendizagem de ciências naturais por deficientes visuais: um caminho para a inclusão. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2006.

DUARTE, A. C. S., et al. Percepções de alunos deficientes visuais sobre educação ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007.

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

FERREIRA, S. M. S. ; STADLER, R. C. L. ; LIMA, S. A. . O desenvolvimento de noções prévias para o acesso ao conhecimento científico em escolares cegos dos anos iniciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

LIBARDI, H., et al. Pibid e a educação inclusiva de alunos com deficiência visual: materiais manipulativos e linguagem matemática para o Ensino de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

LIPPE, E. O.; ALVES, F. S.; CAMARGO, E. P. Análise do processo inclusivo em uma escola estadual no município de Bauru: a voz de um

aluno com deficiência visual. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 81-94, mai.-ago. 2012.

LOURENÇO, I. M. B.; MARZORATI, L. Ensino de química: proposição e testagem de materiais para cegos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2006.

MORRONE, W.; ARAÚJO, M. S. T.; AMARAL, L. H. Analogias e experimentação em eletrodinâmica baseadas no conhecimento sensível: um experimento para aprendizagem significativa de alunos deficientes visuais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

PIRES, R. F. M.; RAPOSO, P. N.; MÓL, G. S. Adaptação de um livro didático de química para alunos com deficiência visual. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007 Florianópolis. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007.

QUADROS, L., et al. Construção de Tabela Periódica e Modelo Físico do Átomo Para Pessoas com Deficiência Visual. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

SANTOS, B. R. G., et al. Pesquisas sobre ensino de Física para alunos com deficiência visual: um estudo exploratório. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

SANTOS, M. C., et al. As concepções alternativas dos deficientes visuais no ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

SANTOS, M. C., et al. Concepções de calor e temperatura em estudantes cegos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

SCHWAHN, M. C.A.; NETO, A. S. A. Ensinando química para alunos com deficiência visual: uma revisão de literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

TATO, A.; LIMA, M. C. A. B. Material de Equacionamento tátil para portadores de deficiência visual. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007 Florianópolis. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007.

VIVEIROS, E. R.; CAMARGO, E. P. A pesquisa em Neurociência e suas implicações para o Ensino de Ciências: contribuições para o Ensino de Física em deficientes visuais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

RAZUCK, R. C. S. R., et al. O ensino de modelos atômicos a deficientes visuais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011.

APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: **A experimentação no Ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais do ensino fundamental com estudante cego³⁰**, que tem como pesquisadora a mestranda Beatriz Biagini com a orientação do professor Dr. Fábio Peres Gonçalves, vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina.

Esta pesquisa buscará caracterizar as contribuições de uma proposta de atividade experimental para o processo de ensino e aprendizagem em Ciências de uma turma de estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental da qual integre um estudante cego.

Planejamos lecionar algumas aulas para a turma ****³¹** da Escola Básica ********* onde serão realizadas algumas atividades experimentais no laboratório de ciências, relacionadas a assuntos que estejam no programa de ensino para esta turma. Nenhuma destas atividades oferecerá riscos ou desconfortos físicos aos alunos.

Durante as aulas coletaremos anotações feitas pelos alunos, gravação de áudio e vídeo, os quais serão fonte de informações para nossa pesquisa. Só terão acesso a este material a pesquisadora e seu orientador. Quando houver divulgação dos resultados da pesquisa, os

³⁰ O título da dissertação foi alterado no decorrer da pesquisa.

³¹ Para preservar a privacidade dos envolvidos, omitimos a identificação da turma e da escola.

nomes dos envolvidos não serão divulgados, recorrendo, quando necessário, a nomes fictícios.

As atividades realizadas na pesquisa devem contribuir diretamente ao processo de ensino e aprendizagem dos envolvidos, uma vez que serão planejadas com o objetivo de contemplar as suas necessidades de aprendizagem. Além disto, a pesquisa será importante para outras pessoas, pois ampliará o leque de propostas de ensino que contemplem ao mesmo tempo as necessidades educacionais de estudantes cegos e as de videntes e possibilitará a compreensão de como a proposta investigada pode contribuir para a aprendizagem destas pessoas.

A participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira.

Você será esclarecido (a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou perda de benefícios. Você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Deixamos à sua disposição os contatos de e-mail e telefone da pesquisadora, para que possa, em qualquer momento, esclarecer dúvidas ou desistir de seu consentimento sobre a participação na pesquisa.

Concluimos declarando que, através do presente texto, cumprimos com as exigências da Resolução CNS 466/12, item IV. 3, que dispõe sobre o conteúdo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para pesquisas com seres humanos

Dados da pesquisadora:

Nome: Beatriz Biagini

Endereço de e-mail: beatriz.biagini@posgrad.ufsc.br

Telefone: 99431755 ou 32340376

Dados do Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos responsável pela autorização desta pesquisa:

Universidade Federal de Santa Catarina - Pró-Reitoria de Pesquisa - Campus Universitário - Trindade - Florianópolis/SC - CEP 88040-900
Caixa Postal 476 - Telefone: (48) 3721-9206

AUTORIZAÇÃO

Eu, _____, responsável legal por _____, fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, sobre a possibilidade de danos ou riscos deles provenientes e da garantia de proteção de identidade e esclarecimentos sempre que desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Florianópolis, _____.

Nome do participante:	Assinatura do participante:
Nome do responsável legal:	Assinatura do responsável legal:
Nome do pesquisador: Beatriz Biagini	Assinatura do pesquisador:

APÊNDICE C – Plano de aula para o estudo piloto

PLANOS DE AULA

ASSUNTO: RECICLAGEM DE PAPEL

OBJETIVO GERAL: refletir sobre os resíduos produzidos cotidianamente e considerar maneiras de reduzir a produção de lixo, contribuindo para a construção de posturas ambientalmente responsáveis.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- considerar maneiras de fazer com que um material descartado retorne ao ciclo de consumo;
- contribuir para a construção de uma postura responsável acerca dos resíduos produzidos no cotidiano;
- entender que a reciclagem é uma maneira de reaproveitar os resíduos, evitando o desperdício de materiais;
- favorecer a aprendizagem do trabalho em pequenos grupos por meio da experimentação.

CONTEÚDOS: Reciclagem, transformações e trabalho em grupo.

DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO**Considerações iniciais:**

- organizar os alunos em grupos constituídos por quatro estudantes, definidos de acordo com os critérios: heterogeneidade de gênero e de “níveis de alfabetização”;
- todos os materiais impressos utilizados na aula terão sua versão em braille para o estudante cego;
- o aluno cego deve dispor de uma máquina perkins para fazer seus registros pessoais em sala de aula;

Etapa 1

Cada grupo de estudantes receberá uma sacola com uma série de materiais que poderiam ser considerados lixo por alguém (embalagens variadas, restos de papel, aparelho eletrônico, etc.). Também receberão questões para a problematização inicial (Quadro 1) que deverão ser discutidas entre os integrantes de cada grupo e ter as conclusões

registradas. O professor auxiliará os alunos na organização do trabalho em grupo fazendo as mediações necessárias no decorrer da aula. Após o registro os pequenos grupos socializarão as respostas e o professor registrará na lousa para o debate (narrando ações que exigirem observação visual dos estudantes, como essas anotações na lousa). A discussão deve ser conduzida para o reconhecimento de que aqueles materiais descartados não terão mais utilidade e para uma reflexão sobre o papel: o que além de jogar no lixo é possível fazer com o papel usado? Poderão surgir diversas alternativas expostas oralmente pelos discentes. Se ninguém apontar a reciclagem a professora deve questioná-los sobre esta possibilidade e sobre como funciona o processo. Será este o problema da turma daqui em diante: “Como o papel usado pode se transformar em papel novo?”.

Questões para discussão em grupo

1. Quais destes materiais vocês e as suas famílias jogariam no lixo?

2. O que acontece com os materiais que são colocados no lixo?

Quadro 1

Etapa 2

A etapa 2 inicia-se no primeiro encontro e é concluída após uma semana, com a secagem dos papéis produzidos. Os grupos receberão roteiros com orientações sobre os procedimentos da reciclagem de papel (Quadro 2). Cada grupo terá material para realizar os procedimentos em sua própria bancada. Cerca de 30 minutos antes do final da aula, a sala será reorganizada e os papéis produzidos serão empilhados e comprimidos com livros ou outro material. Na conclusão da aula é

necessário recordar todas as ações realizadas até então e sinalizar as próximas tarefas a serem desenvolvidas.

Reciclagem de papel

Materiais: 2 telas, 4 esponjas, jornal, tecidos, balde pequeno e bacia com a polpa de papel.

Orientações:

1. preparar as camas para o papel: tecido sobre um maço de jornais;
1. mergulhar a tela na bacia, cobrindo-a com a polpa;
2. levantar a peneira na posição horizontal e esperar parar de escorrer água;
3. virar a tela sobre a cama com muito cuidado;
4. usar a esponja para retirar mais um pouco de água do papel. É preciso apertar a tela com a esponja e depois espremer a esponja sobre o balde pequeno. Repetir isto até parar de sair água na esponja;
5. guardar o tecido com o papel em um canto da mesa e repetir todo o procedimento.

Quadro 2

No segundo encontro, realizado quando as folhas de papel reciclado já estiverem secas, mais uma vez a turma é organizada em pequenos grupos, mantendo-se a mesma constituição do primeiro encontro.

O professor deve distribuir os papéis produzidos e solicitar que os alunos analisem, observando aspectos como sua textura, resistência e as diferenças entre o novo papel e aquele que foi usado com matéria-prima no processo de reciclagem. Depois de alguns minutos, inicia-se a discussão com a turma. Primeiramente são retomadas todas as atividades e os procedimentos empregados na aula anterior, com destaque para as transformações que aconteceram com o papel. Depois, levantam-se as impressões dos estudantes sobre o papel reciclado, enfatizando as diferenças entre este e aquele não reciclado.

Em seguida, é introduzida mais uma questão, para a sistematização do conceito de reciclagem (Quadro 3). A cada grupo é apresentado um artesanato feito com garrafa plástica, solicita-se que os estudantes discutam se é ou não um material reciclado e que justifiquem

a resposta. Pretende-se avaliar o entendimento dos estudantes sobre a reciclagem, ou seja, se reconhecem as transformações ocorridas no processo de reciclagem e a distinguem de outras formas de reaproveitamento de resíduos.

Após todos os grupos concluírem as discussões e registros, é o momento de socialização das respostas. O professor organizará a discussão, contrastando as conclusões dos diferentes grupos e questionando as possíveis limitações. Assim, é concluída a etapa em que os estudantes conheceram uma maneira de aproveitar alguns tipos de resíduos como matéria-prima para a produção de outros: a reciclagem.

Questões para discussão em grupo

Vocês receberam um artesanato feito com garrafas de plástico. Vocês diriam que as garrafas de plástico foram recicladas? Por quê?

Quadro 3

Etapa 3

As sacolas com sucata usadas no primeiro encontro devem ser devolvidas aos grupos e apresenta-se mais uma questão para discussão (Quadro 4). Na introdução da atividade pode ser explorada a relatividade do conceito de lixo, sendo que todos os materiais presentes nas sacolas poderiam ter sido descartados no lixo por alguém, mesmo aqueles que poderiam ser reaproveitados. A turma, por exemplo, aprendeu que papel usado não precisa ser lixo.

Destina-se um tempo para discussão da questão apresentada pelos pequenos grupos. Concluídas as discussões e registros, o professor organiza a socialização. Cada grupo expõe suas conclusões, que poderão ser contrastadas com as de outros grupos e colocadas em questão quando for possível reconhecer nelas alguma limitação ou possibilidades ainda não visualizadas pelos estudantes. É importante explorar possibilidades de reaproveitamento além da reciclagem, por

exemplo, a reutilização de embalagens. Também é preciso destacar a importância de reduzir a quantidade de resíduos produzidos, sendo a reciclagem e outras formas de reaproveitamento medidas paliativas, mas não suficientes para resolver os problemas atuais ocasionados pela superprodução de resíduos.

Questões para discussão em grupo

Vocês receberam um artesanato feito com garrafas de plástico. Vocês diriam que as garrafas de plástico foram recicladas? Por quê?

Quadro 4

**APÊNDICE D – Planos de aula das atividades experimentais
desenvolvidas na pesquisa**

PLANO DE AULA

ASSUNTO: A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA PARA OS VEGETAIS

OBJETIVO GERAL: contribuir para a compreensão sobre a importância da água para os seres vivos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- analisar o papel da água para a germinação de sementes, o desenvolvimento de raízes e a manutenção da vida vegetal;
- favorecer a aprendizagem do trabalho em pequenos grupos por meio da experimentação.

CONTEÚDOS: desenvolvimento dos vegetais, importância da água e trabalho em grupo.

DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

Em aula anterior ao desenvolvimento da atividade, cada estudante deve responder por escrito a questão: *A água é importante para os vegetais? Por quê?*

Etapa 1

A turma será organizada em grupos de 4 estudantes, sendo que cada membro receberá uma atribuição deliberada pelas professoras (leitor: lê os materiais escritos em voz alta para os colegas do pequeno grupo; escriba: faz os registros; comunicador: é o porta-voz do grupo nos momentos de socialização; coordenador: organiza o trabalho no grupo, de modo que todos participem das atividades propostas, e orienta os demais colegas na manipulação dos materiais na atividade experimental).

Quando os grupos já estiverem compostos, solicita-se que conversem sobre as respostas de cada um à questão apresentada na aula anterior (*A água é importante para os vegetais? Por quê?*) e que elaborem juntos uma resposta única que sintetize as conclusões do grupo. Em seguida, os estudantes socializam suas respostas com o restante da turma. A professora deve registrar as respostas em um painel feito com papel pardo e promover uma discussão. Os registros feitos no painel, que expressam os conhecimentos iniciais dos estudantes sobre o

assunto em estudo, devem ser guardados para reapreciação na etapa final do trabalho. É importante ter o cuidado de explicitar oralmente que esses registros estão sendo feitos, considerando a participação do estudante cego.

Etapa 2

Nesta etapa os estudantes deverão enriquecer suas ideias iniciais sobre o assunto, estudando por meio do experimento o modo como as sementes de feijão e bulbo de cebola “se comportam” na presença e na ausência de água. Serão empreendidos 02 experimentos diferentes, sendo que cada grupo ficará responsável pela realização de um deles. Isso quer dizer que metade dos grupos realizará um experimento e a outra metade realizará o outro experimento.

As professoras devem entregar os roteiros das atividades experimentais (Quadros 1 e 2) para os grupos e pedir que leiam atentamente antes de iniciar os procedimentos. Somente após a leitura, os estudantes (que possuem a atribuição de coordenadores) devem solicitar à professora os materiais necessários aos experimentos. De acordo com as orientações presentes nos roteiros experimentais, cada estudante terá a oportunidade de montar um exemplar de cada experimento.

Após a montagem dos experimentos é o momento de pedir que os estudantes registrem suas previsões individuais sobre o que deverá acontecer com as estruturas vegetais submetidas às condições experimentais (Quadros 3 e 4). Esses registros serão reapreciados ao término do experimento (após 7 dias), contrastando as previsões com os resultados, se for o caso.

Concluída a aula, os experimentos serão instalados em um local com disponibilidade de luz solar³². Após 7 dias é o momento de conclusão. Os estudantes devem realizar a última observação, recorrendo à visão, ao tato e também ao olfato. É importante que a liberdade de tocar e cheirar seja concedida a todos os estudantes, não somente ao cego. Em seguida às observações, os estudantes (com a atribuição de leitor) devem ler as anotações feitas nas aulas anteriores, discutir as questões do Quadro 5 no pequeno grupo e registrá-las por

³² Outras variáveis importantes para o desenvolvimento dos vegetais podem ser exploradas em atividades subsequentes, quando o objeto de estudo for esse grupo de seres vivos. Quando isso acontecer é importante que a professora retome o experimento realizado sobre a importância da água e questione outros fatores importantes à vida vegetal.

escrito (os estudantes com a atribuição de escriba). Essas questões têm por objetivo organizar as aprendizagens conquistadas com as atividades desenvolvidas e fazê-los perceber a evolução em seus conhecimentos iniciais.

Ressalta-se que as previsões foram realizadas individualmente e as questões apresentadas após a observação dos resultados são destinadas ao pequeno grupo, para discussão entre todos os membros. Para evitar confusões entre os estudantes é preciso orientá-los a registrar na resposta coletiva as possíveis diferenças individuais nas previsões realizadas e os possíveis desacordos nas conclusões em relação aos questionamentos apresentados. Ainda que se proponha que a partir das discussões construam conclusões coletivas, não se pretende anular posicionamentos pessoais quando dificuldades no estabelecimento de consensos. No momento em que as respostas foram apresentadas ao grande grupo a professora deverá buscar “resolver” os conflitos e auxiliar os estudantes a reconhecerem as respostas mais apropriadas, promovendo o diálogo entre as explicações dos estudantes e as explicações sistematizadas.

Etapa 3

O comunicador de cada grupo deve ler as respostas às questões anteriores no grande grupo. Após a leitura de todos os colegas dos outros grupos, a professora e os estudantes têm a oportunidade de intervir quando não concordarem com algo ou para fazer questionamentos. As conclusões discutidas nesse momento também devem ser contrastadas com aquelas apresentadas na etapa inicial quando os estudantes foram questionados acerca da importância da água para os vegetais — registradas no painel de papel pardo pela professora. A aula deve culminar com a elaboração de um texto coletivo simples, com a orientação da professora da turma³³, em que sejam sintetizadas as conclusões elaboradas.

Os roteiros dos experimentos e questões que são apresentadas aos estudantes são apresentados nos quadros a seguir. Para o estudante cego serão disponibilizados: máquina perkins, transcrições em braille das atividades e roteiros, ilustrações em relevo.

³³ A pesquisadora atuará como professora auxiliar de ensino de atividades de ciências e será a docente principal nesta aula. No entanto, acordou-se que a elaboração desse texto seria orientada pela professora da turma.

Experimento sobre a importância da água para as sementes

Materiais: sementes de feijão, algodão, 8 copos numerados, água, seringa, elástico e pedaço de plástico.

Orientações:

1. colocar um chumaço de algodão no fundo de cada copo;
2. colocar uma semente de feijão dentro de cada copo, no meio do chumaço de algodão;
3. nos copos de número par, adicionar 3,0 mL de água com a seringa³⁴;
4. nos copos de número ímpar não colocar água;
5. fechar todos os copos com papel filme e elástico.

ATENÇÃO! Cada estudante pode ficar responsável por dois experimentos. Para isso, cada um deve ficar com um copo com número par e um copo com número ímpar e montar o experimento de acordo com as orientações.

Quadro 1: Roteiro experimental – A importância da água para as sementes

³⁴ A seringa disponibilizada ao grupo deve ter o volume de 3,0 mL e caso ainda seja um material desconhecido para o estudante cego, o mesmo precisará de orientação sobre como usá-la. No entanto, é importante que não se imponha o material ao estudante. O professor pode questioná-lo sobre o que ele precisará para montar o experimento de acordo com sua interpretação do roteiro, se ele conhece os materiais necessários, se ele precisa de ajuda para fazer o solicitado e se os colegas sabem como ajudá-lo e vice-versa. Esses questionamentos são importantes para contribuir para que os estudantes reconheçam suas tarefas e em quais aspectos precisam de auxílio, contribuindo com o desenvolvimento da autonomia.

Experimento sobre a importância da água para a cebola

Materiais:

4 copos plásticos numerados
água
4 cebolas

Orientações:

1. preencher os copos de numeração par com água até a metade;
2. manter os copos de numeração ímpar sem água;
3. colocar uma cebola sobre cada copo.

Quadro 2: Roteiro experimental – A importância da água para a cebola

Questões para discussão em grupo

1. O que você acredita que acontecerá com as sementes dos potes que tem água?

2. E com as sementes dos potes sem água?

Quadro 3: Previsões dos estudantes para o experimento sobre importância da água para as sementes

Questões para discussão em grupo

1. O que você acredita que acontecerá com as cebolas dos potes com água?

2. E com as cebolas dos potes sem água?

Quadro 4: Previsões dos estudantes para o experimento sobre a importância da água para a cebola

Questões para discussão em grupo

1. Aconteceu aquilo que vocês acreditavam que aconteceria com o experimento?

2. O que vocês aprenderam sobre a importância da água para os vegetais a partir do experimento que o seu grupo realizou?

Quadro 5: Questões para sistematização da aprendizagem

PLANO DE AULA

ASSUNTO: POTABILIDADE

OBJETIVO GERAL: questionar as ideias dos estudantes sobre as características necessárias à água para que esteja apta ao consumo humano, promover o reconhecimento da necessidade de cuidados para adequá-la a esse consumo, bem como a aprendizagem do trabalho em grupo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- favorecer a aprendizagem sobre a potabilidade da água e discutir as limitações dos sentidos na decisão sobre o que pode ou não ser consumido;
- favorecer a aprendizagem do trabalho em pequenos grupos por meio da experimentação.

CONTEÚDOS: potabilidade da água e trabalho em grupo.

DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

Em aula anterior ao desenvolvimento da atividade, cada estudante responderá por escrito a questão: *É possível saber se um líquido pode ser bebido sem saber seu nome?*

Etapa 1

A turma será organizada em grupos de 4 estudantes, sendo que cada membro receberá uma atribuição deliberada pelas professoras (leitor: lê os materiais escritos em voz alta para os colegas do pequeno grupo; escriba: faz os registros; comunicador: é porta-voz do grupo nos momentos de socialização; coordenador: organiza o trabalho no grupo, de modo que todos participem das atividades propostas, e orienta os colegas na manipulação dos materiais na atividade experimental).

Quando os grupos já estiverem compostos, solicita-se que conversem sobre as respostas de cada um à questão apresentada na aula anterior (*É possível saber se um líquido pode ser bebido sem saber seu nome? Por quê?*) e que elaborem uma resposta única que sintetize as conclusões do grupo. Em seguida, os estudantes socializam suas respostas com o restante da turma. A professora deve registrá-las na

lousa. É importante ter o cuidado de explicitar oralmente que esses registros estão sendo feitos, considerando a participação do estudante cego.

Etapa 2

Apresentar a cada pequeno grupo 4 garrafas plásticas, tampadas e preenchidas da seguinte maneira:

Garrafa 1: água com vinagre de álcool

Garrafa 2: infusão de capim cidreira

Garrafa 3: água potável

Garrafa 4: água com terra

Não será informado o conteúdo das garrafas. Pedir aos estudantes que analisem o material e considerem a possibilidade de avaliar a sua potabilidade (Quadro1).

Questão para discussão em grupo

Em qual destas garrafinhas vocês diriam que há um líquido que pode ser bebido?

Garrafa 1: SIM ___ NÃO ___ Por quê?

Garrafa 2 : SIM ___ NÃO ___ Por quê?

Garrafa 3 : SIM ___ NÃO ___ Por quê?

Garrafa 4 : SIM ___ NÃO ___ Por quê?

Quadro1

Para a análise é necessário conceder liberdade para que os alunos considerem quais os recursos que possuem para analisar o material. É possível que recorram a observações diretas por meio da visão e olfato, que devem ser permitidas.

Etapa 3

Cada grupo deve ler suas respostas às questões anteriores no grande grupo. O professor e os colegas dos outros grupos podem intervir

quando não concordarem com algo ou para fazer questionamentos. Após as apresentações o professor deve informar o conteúdo de cada garrafa e discutir as limitações dos sentidos na decisão sobre o que pode ou não ser consumido. Encaminhar a discussão para a necessidade de aprofundar os estudos sobre potabilidade da água.

A atividade concluirá com a elaboração de um texto coletivo simples, em que seja apresentada uma síntese da atividade realizada e as conclusões elaboradas.

PLANO DE AULA

ASSUNTO: TRATAMENTO DE ÁGUA - Filtração

OBJETIVO GERAL: apropriar-se de um dos procedimentos envolvidos no tratamento de água para consumo humano, discutir sua importância e limitações, e favorecer a aprendizagem do trabalho em grupo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- construir um filtro artesanal;
- refletir sobre as condições necessárias à água para estar apta ao consumo humano;
- favorecer a aprendizagem sobre uma etapa (filtração) do processo de tratamento de água;
- favorecer a aprendizagem do trabalho em pequenos grupos por meio da experimentação.

CONTEÚDOS: potabilidade da água, filtração e trabalho em grupo.

DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

Em aula anterior ao desenvolvimento da atividade, cada estudante responderá por escrito a questão: *É possível separar terra e pedaços de folhas da água? Como?*

Etapa 1

A turma será organizada em grupos de 4 estudantes, sendo que cada membro receberá uma atribuição deliberada pelas professoras (leitor: lê os materiais escritos em voz alta para os colegas do pequeno grupo; escriba: faz os registros; comunicador: é o porta-voz do grupo nos momentos de socialização; coordenador: organiza o trabalho no grupo, de modo que todos participem das atividades propostas, e orienta os demais colegas na manipulação dos materiais na atividade experimental).

Quando os grupos já estiverem compostos solicitar-se-á que conversem sobre as respostas de cada estudante na aula anterior (*É possível separar terra e pedaços de folhas da água? Como?*) e que

elaborem juntos uma resposta única do grupo para a mesma questão. Em seguida, os alunos irão socializar suas respostas no grande grupo e a professora as registrará no quadro, promovendo a discussão das respostas.

Etapa 2

Questionar os estudantes quanto à possibilidade de produzir um filtro usando areia e pequenas pedras para fazer a separação do barro e folhas da água. Em seguida apresentar o roteiro experimental (Quadro 1) para a construção do filtro e pedir que os estudantes leiam nos pequenos grupos. O roteiro experimental possui uma ilustração, elaborada em relevo para o grupo do estudante cego. Somente após a leitura, entregar os materiais necessários ao experimento e orientá-los a desenvolver a atividade. Após a filtração, deixar o estudante cego colocar as mãos na água filtrada a fim de conferir seu aspecto pelo tato.

Concluído o experimento, apresentar aos pequenos grupos um questionamento para discussão (Quadro2). A última pergunta (sobre a possibilidade de beber a água filtrada no experimento) não precisa ser respondida apropriadamente através das atividades planejadas aqui. O objetivo é conhecer as ideias dos estudantes e sinalizar para eles que há mais coisas a estudar sobre o assunto. Desdobramentos dessa atividade podem estar relacionados ao estudo dos microorganismos e de problemas à saúde que podem ser causados por alguns deles.

Experimento sobre filtração

Materiais:

Garrafa de refrigerante cortada pela metade;³⁵
 Chumaço de algodão;³⁶
 Areia fina;³⁶
 Areia grossa;
 Pedras pequenas;
 Água misturada com terra e pedacinhos de folhas³⁷

Orientações:

Montar o filtro de acordo com a figura³⁸. Depois que estiver pronto, colocar lentamente a mistura de água, terra e folhas no filtro.



Quadro 1 – Roteiro experimental para montagem do filtro artesanal

³⁵ Disponibilizar as duas partes, a superior será a estrutura do filtro e a inferior será o seu suporte.

³⁶ A areia e as pedras pequenas devem ser entregues nas proporções necessárias à montagem do filtro em potes pequenos com tampa.

³⁷ Entregar aos pequenos grupos a mistura pronta. Essa mistura será realizada diante de toda a turma com auxílio do estudante cego, para que reconheça os componentes da mistura.

³⁸ A ilustração presente no quadro 1 representa o esquema de montagem do filtro, com a seguinte ordem de camadas a partir do gargalo da garrafa: algodão, areia fina, areia grossa e pedras pequenas. O grupo do estudante cego terá uma versão em relevo do mesmo material (conferir foto do material no Apêndice E).

Questões para discussão em grupo

Uma das coisas que são feitas com a água nas estações de tratamento de água é a filtração. A água passa por tanques muito grandes. Eles são parecidos com o filtro que vocês fizeram, só que em tamanho muito maior. Agora, vocês devem responder em grupo e por escrito as duas perguntas a seguir:

1. Por que a água ficou mais clara depois de passar pelo filtro?

2. Depois que passamos a água pelo filtro ela já está adequada para ser bebida por um ser humano? Por quê?

Quadro 2

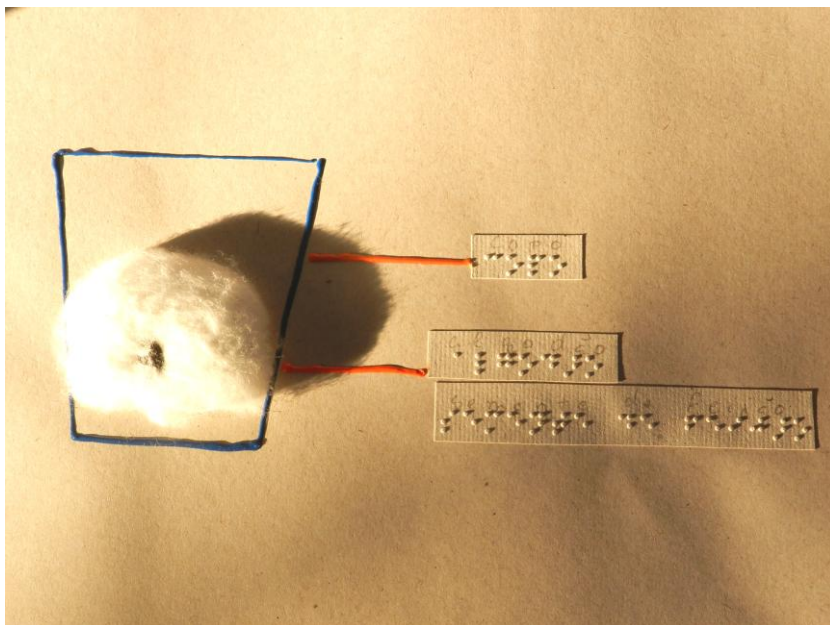
Etapa 3

Cada grupo deve apresentar para o grande grupo suas respostas às questões propostas, momento no qual o professor e os colegas dos outros grupos podem intervir quando não concordarem com algo ou para fazer questionamentos. A aula será finalizada com a elaboração de um texto coletivo em que sejam sintetizadas as conclusões elaboradas.

APÊNDICE E – Ilustrações em relevo usadas nos materiais disponibilizados aos estudantes

1. ILUSTRAÇÃO EM RELEVO USADA NO ROTEIRO DO EXPERIMENTO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA PARA AS SEMENTES

Representou-se esquematicamente a montagem do experimento usando tinta colorida para indicar o contorno do copo. Um chumaço de algodão e uma semente de feijão indicaram o que deveria ser colocado dentro do copo. Legendas em Braille e tinta indicaram o que representava cada elemento do esquema.



2. ILUSTRAÇÃO EM RELEVO USADA NO ROTEIRO DO EXPERIMENTO SOBRE TRATAMENTO DE ÁGUA - Filtração

Com tinta em relevo representou-se o contorno da garrafa de plástico. Dentro desse contorno foram colados os materiais que deveriam ser usados no experimento, na seguinte ordem: chumaço de algodão, camada de areia fina, camada de areia grossa e camada de pedras pequenas. Ao lado da ilustração há legendas em Braille e tinta indicando o que representa cada material.

