



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ELIANA GUIDETTI DO NASCIMENTO

**O USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DO VÊ DE GOWIN:
UMA PROPOSTA DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA PARA
PROFESSORES DAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Londrina
2008

ELIANA GUIDETTI DO NASCIMENTO

**O USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DO VÊ DE GOWIN:
UMA PROPOSTA DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA PARA
PROFESSORES DAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências e Educação Matemática.

Orientador: Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista.

Londrina
2008

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

N244u Nascimento, Eliana Guidetti.

O uso da história da ciência e do Vê de Gowin : uma proposta de educação científica para professores das séries iniciais do ensino fundamental / Eliana Guidetti do Nascimento. – Londrina, 2008.
241f. : il.

Orientador: Irinéa de Lourdes Batista.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática)
Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2008.
Inclui bibliografia.

1. Ciências – Estudo e ensino – Teses. 2. Ciências – História – Teses. 3. Ciências (Ensino superior) – Formação de professores – Teses. I. Batista, Irinéa de Lourdes. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 50:37.02

ELIANA GUIDETTI DO NASCIMENTO

**O USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DO VÊ DE GOWIN:
UMA PROPOSTA DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA PARA
PROFESSORES DAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências e Educação Matemática.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Irinéa de Loudes Batista
Universidade Estadual de Londrina

Profa. Dra. Rosana Figueiredo Salvi
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Charbel Niño El Hani
Universidade Federal da Bahia

Londrina, 22 de fevereiro de 2008.

Dedico este trabalho a
todos os professores
das escolas públicas do Brasil.

AGRADECIMENTOS

A minha família, pelo apoio incondicional.

A minha orientadora, pela orientação em todos os momentos dessa trajetória e, por partilhar comigo, seus conhecimentos.

Aos professores da banca, pelas valiosas contribuições.

Aos alunos do curso de Pedagogia, que participaram desta trajetória, sempre com entusiasmo.

Aos professores do curso de mestrado, pelos conhecimentos compartilhados. Aos amigos de toda vida e aos construídos nesta etapa da minha vida, principalmente pelo carinho em todas as horas.

A professora Graça Simões de Carvalho pela atenção impar com que auxiliou, mesmo estando tão distante.

Aos funcionários que auxiliaram na execução das atividades experimentais. As secretárias do curso de Mestrado, pela paciência e atenção.

Os desafios não são difíceis porque tentamos,
É por não tentar que são difíceis.

Sêneca

NASCIMENTO, Eliana Guidetti do. **O Uso da História da Ciência e do Vê de Gowin**: uma proposta de educação científica para professores das séries iniciais do ensino fundamental. 2008. 240f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

RESUMO

Esta investigação, de caráter qualitativo, tem como objeto de estudo uma proposta de formação inicial de professores pedagogos, no trabalho com a disciplina de ciências, em séries iniciais do ensino fundamental. A partir dos referenciais utilizados, identificamos uma necessidade da Alfabetização Científica neste nível de ensino; adotamos a Aprendizagem Significativa buscando a utilização de propostas inovadoras para a disciplina de Ciências, em especial o uso dos facilitadores desta aprendizagem. A proposta produzida origina-se em uma abordagem didático-metodológica que inclui o uso da história da ciência, associado às atividades experimentais e que apresenta como forma de estruturação das atividades (execução, registro e análise), o Vê Epistemológico de Gowin. O exemplar conceitual escolhido para este trabalho foi a da germinação das sementes, sobre o qual se elaborou uma reconstrução dos principais episódios históricos necessários à compreensão deste fenômeno. Com esses elementos teórico-metodológicos articulados, criamos e aplicamos uma seqüência de atividades, em turmas de último ano do curso de Pedagogia. O acompanhamento das atividades, bem como os resultados de aprendizagem, deu-se por meio da análise dos Diagramas Vês construídos pelos alunos, ao longo dessa seqüência. Os resultados da pesquisa permitem-nos inferir que esta abordagem, quando utilizada de maneira adequada, pode tornar-se mais um importante instrumento na formação dos professores das séries iniciais.

Palavras-chave: Formação inicial de professores. História da ciência. Vê de Gowin. Séries iniciais do ensino fundamental.

NASCIMENTO, Eliana Guidetti do. **The Use of the History of Science and V of Gowin**: a proposal of scientific education for teachers of the initial series of early grades of basic education. 2008. 240p. Dissertation (Master's Degree in Science and Mathematics Education) – State University of Londrina, Londrina, 2008.

ABSTRACT

This research has as subject a construction of a proposal for initial education of teachers to classes of science in the first grades of basic education. With the references studied we identified a need for scientific literacy in this level of basic education and Meaningful Learning suggests the use of innovative proposals for the discipline of science for this level, in particular the use of the facilitators of learning. Such proposal is based, then, on an approach which includes the use of the history of science, associated with the experimental activities, with the Gowin's V as a way of structuring the activities (implementation, registration and analysis). The concept chosen for this study was the germination of seeds and it was elaborated a reconstruction of key historical episodes necessary for its understanding. Oriented by such reconstruction and theoretical studies, we developed and applied a sequence of activities to groups of senior students in an undergraduate course of Pedagogy. The monitoring of activities and the leaning results was through analysis of V's Diagrams constructed by the students themselves along activities. The research results allow us the inference that this approach, when used in an appropriate manner, can become an important tool in the teacher's education of the early grades of basic education.

Keywords: Teacher's education. History of science. Gowin's V. Early grades of basic education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico dos conhecimentos prévios registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 1- Como saber que estamos diante de uma semente.....	113
Figura 2 – Fotografia do conjunto de sementes entregues aos alunos no início do experimento 01.....	114
Figura 3 – Potinhos com sementes preparados pelos alunos durante a atividade 01	115
Figura 4 – Resultados obtidos pelos alunos na atividade 1	116
Figura 5 – Resultados obtidos pelos alunos na atividade 1	117
Figura 6 – Gráfico da asserção de conhecimentos registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 1- Como saber que estamos diante de uma semente.....	118
Figura 7 – Diagrama Vê construído pelo aluno A ao final da atividade 01	121
Figura 8 – Diagrama Vê construído pelo aluno B ao final da atividade 01	123
Figura 9 – Diagrama Vê construído pelo aluno C ao final da atividade 01	124
Figura 10 – Diagrama Vê construído pelo aluno D ao final da atividade 01	125
Figura 11 – Texto produzido pelo aluno A após a leitura dos textos históricos da Atividade 1	127
Figura 12 – Texto produzido pelo aluno B após a leitura dos textos históricos da Atividade 1	128
Figura 13 – Texto produzido pelo aluno C após a leitura dos textos históricos da Atividade 1	129
Figura 14 – Texto produzido pelo aluno D após a leitura dos textos históricos da Atividade 1	130
Figura 15 – Gráfico dos conhecimentos prévios registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 2- Quais as partes de uma semente	132
Figura 16 – Semente aberta pelos alunos durante a atividade 2.....	134
Figura 17 – Gráfico da asserção de conhecimentos registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 2- Quais as partes de uma semente	135
Figura 18 – Diagrama Vê construído pelo aluno A ao final da atividade 02	136

Figura 19 – Diagrama Vê construído pelo aluno B ao final da atividade 02	137
Figura 20 – Diagrama Vê construído pelo aluno C ao final da atividade 02	138
Figura 21 – Diagrama Vê construído pelo aluno D ao final da atividade 02	139
Figura 22 – Texto produzido pelo aluno A após a leitura do texto histórico da Atividade 2.....	140
Figura 23 – Texto produzido pelo aluno B após a leitura do texto histórico da Atividade 2.....	141
Figura 24 – Texto produzido pelo aluno C após a leitura do texto histórico da Atividade 2.....	142
Figura 25 – Texto produzido pelo aluno D após a leitura do texto histórico da Atividade 2.....	143
Figura 26 – Gráfico dos conhecimentos prévios registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 3- O que uma semente precisa para germinar	144
Figura 27 – Experimento montado pelos alunos, durante a atividade 3, para observar a necessidade de água durante a germinação.....	146
Figura 28 – Experimento montado pelos alunos, durante a atividade 3, para observar a necessidade de ar durante a germinação.....	146
Figura 29 – Experimento montado pelos alunos, durante a atividade 3, para observar a necessidade de nutrientes durante a germinação	147
Figura 30 – Experimento montado pelos alunos, durante a atividade 3, para observar a necessidade de luz durante a germinação	147
Figura 31 – Experimento montado pelos alunos, durante a atividade 3, para observar a necessidade de calor durante a germinação	148
Figura 32 – Gráfico da asserção de conhecimentos registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 3- O que uma semente precisa para germinar	149
Figura 33 – Diagrama Vê construído pelo aluno A ao final da atividade 03	150
Figura 34 – Diagrama Vê construído pelo aluno B ao final da atividade 03	151
Figura 35 – Diagrama Vê construído pelo aluno C ao final da atividade 03	152
Figura 36 – Diagrama Vê construído pelo aluno D ao final da atividade 03	153
Figura 37 – Gráfico dos conhecimentos prévios registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 4 – Como uma semente germina	154

Figura 38 – Experimento realizado pelos alunos do grupo A durante a atividade 4 para observar se a posição da semente influi na germinação.....	155
Figura 39 – Experimento realizado pelos alunos do grupo A durante a atividade 4 para observar se a posição da semente influi na germinação.....	156
Figura 40 – Experimento realizado pelos alunos do grupo A durante a atividade 4 para observar se a posição da semente influi na germinação.....	156
Figura 41 – Experimento realizado pelos alunos do grupo A durante a atividade 4 para observar se a posição da semente influi na germinação.....	156
Figura 42 – Experimento realizado pelos alunos do grupo B durante a atividade 4 para observar se a posição da semente influi na germinação.....	157
Figura 43 – Experimento realizado pelos alunos do grupo B durante a atividade 4 para observar se a posição da semente influi na germinação.....	157
Figura 44 – Experimento realizado pelos alunos do grupo B durante a atividade 4 para observar se a posição da semente influi na germinação.....	157
Figura 45 – Experimento realizado pelos alunos do grupo B durante a atividade 4 para observar se a posição da semente influi na germinação.....	158
Figura 46 – Resultados obtidos pelos alunos durante a atividade 4.....	158
Figura 47 – Resultados obtidos pelos alunos durante a atividade 4.....	158
Figura 48 – Gráfico da asserção de conhecimentos registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 4- Como uma semente germina	159
Figura 49 – Diagrama Vê construído pelo aluno A ao final da atividade 04	160
Figura 50 – Diagrama Vê construído pelo aluno B ao final da atividade 04	161
Figura 51 – Diagrama Vê construído pelo aluno C ao final da atividade 04	162
Figura 52 – Diagrama Vê construído pelo aluno D ao final da atividade 04	163

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
1.1 A FORMAÇÃO DE PROFESSORES E O ENSINO DE CIÊNCIAS NAS SÉRIES INICIAIS.....	20
1.1.1 Perspectivas de Formação de Professores: uma breve reconstrução	21
1.1.2 A Formação de Professores para ministrar a disciplina de Ciências no Ensino Fundamental.....	28
1.1.3 Breve Histórico do Ensino de Ciências no Brasil.....	33
1.2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	39
1.2.1 O Vê Epistemológico ou Vê de Gowin	43
1.2.2 Como usar o Vê Epistemológico	47
1.2.3 Alfabetização Científica.....	51
1.2.4 A Alfabetização Científica nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental	55
1.2.5 Atividades Experimentais e sua importância para a aprendizagem de Ciências.....	57
1.2.6 A Transposição Didática.....	61
1.3 O USO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA SALA DE AULA.....	66
1.3.1 O Uso da História da Ciência nesta Pesquisa.....	69
2 ASPECTOS HISTÓRICOS RELEVANTES SOBRE A GERMINAÇÃO DAS SEMENTES	73
2.1 COMO ESSES CONHECIMENTOS FORAM CONSTRUÍDOS? UMA BREVE RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA.....	74
3 ABORDAGEM METODOLÓGICA	102
4 A APLICAÇÃO DA PROPOSTA E SEUS RESULTADOS	110
4.1 ATIVIDADE 1 :APRESENTAÇÃO E ANÁLISE	112
4.2 ATIVIDADE 2 : APRESENTAÇÃO E ANÁLISE	131
4.3 ATIVIDADE 3 : APRESENTAÇÃO E ANÁLISE	143
4.4 ATIVIDADE 4 : APRESENTAÇÃO E ANÁLISE	153
4.5 ALGUMAS CONCLUSÕES SOBRE A ABORDAGEM ADOTADA	164

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	169
REFERÊNCIAS	174
ANEXOS	182
ANEXO A – Texto sobre o Diagrama Vê.....	183
ANEXO B – Conjunto de Diagramas Vê construídos pelos alunos com o tema Astronomia.....	187
ANEXO C – Texto usado para uma primeira apresentação aos alunos sobre o uso da História da Ciência na sala de aula.....	192
ANEXO D – Relatório apresentado pelos alunos sobre o uso da História da Ciência na sala de aula	195
ANEXO E – Textos Históricos usados na atividade 1	199
ANEXO F – Diagramas Vê construídos pelos alunos durante a atividade 1	204
ANEXO G –Relatório dos alunos baseado na leitura dos textos da atividade 1	208
ANEXO H – Texto Histórico usado na atividade 2.....	212
ANEXO I – Diagramas Vê construídos pelos alunos durante a atividade 2	217
ANEXO J – Relato dos alunos sobre o texto da atividade 2	222
ANEXO K – Texto Histórico utilizado na atividade 3	226
ANEXO L – Diagramas Vê construídos pelos alunos durante a atividade 3	229
ANEXO M –Texto Histórico inicial utilizado na atividade 4	233
ANEXO N – Texto Histórico final utilizado na atividade 4.....	234
ANEXO O –Diagramas Vê construídos pelos alunos durante a atividade 4	236

Introdução

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências nas séries iniciais é ainda pouco estudado. As pesquisas encontradas nesta área, discutem, basicamente, a formação de professores para este trabalho e apontam as dificuldades encontradas pelos docentes das séries iniciais para desenvolver atividades relacionadas a conteúdos científicos, destacando, em especial, as falhas cometidas pelos mesmos. Outras pesquisas investigam o uso de materiais e metodologias para a disciplina de Ciências nesta etapa da escolarização. Os estudos voltados para a investigação da formação de professores, seja ela inicial ou continuada, mostram a necessidade de enfrentamentos de problemas relativos ao trabalho com o conteúdo de Ciências, por professores sem formação específica nessa área de conhecimento.

A urgência de uma alfabetização científica, como parte fundamental do processo de construção de um cidadão consciente, reafirma a necessidade da continuação de pesquisas nesta área.

Durante nossa experiência profissional, ao ministrar aulas em um curso de Pedagogia, pudemos observar o quão difícil é essa realidade. Deparamo-nos com alunos ávidos por conhecimentos de cunho científico e, ao mesmo tempo, com conhecimentos prévios bastante distantes daqueles científicamente aceitos. Outras vezes, deparamo-nos com alunos com extrema dificuldade de entender a independência epistemológica dos conhecimentos científicos em relação aos saberes religiosos. Porém, o maior impasse encontrado foi a visão de Ciências que esses alunos, em sua grande maioria, apresentam. Para muitos deles, o conhecimento científico é o conhecimento superior, descoberto por gênios, e, portanto, não pode ser contestado. Assim, na visão da grande maioria que observamos em nossa prática docente, o trabalho com a disciplina de Ciências, nas séries iniciais do Ensino Fundamental, por um lado, é considerado difícil, em função da especificidade do conhecimento, mas, por outro, é considerado fácil pois basta que o aluno decore o que lhe foi ensinado, uma vez que este conhecimento está pronto, acabado, sendo, portanto, imutável.

Nas poucas vezes em que esses alunos se dispunham a trabalhar com conteúdos de Ciências em seus estágios em escolas de Ensino Fundamental, ao virem solicitar auxílio, podíamos observar que suas atividades, quase sempre, resumiam-se a textos e questionários. O trabalho empírico, a atividade de observação em campo, a capacidade de levantar hipóteses e testá-las e o interesse por resolver problemas, característicos do aprendizado dos conhecimentos científicos, eram inexistentes nestes trabalhos.

Assim, começamos a refletir que, para mudar a realidade nas salas de aula do Ensino Fundamental, nas aulas de Ciências, seria necessário repensar a formação desses professores a fim de que se tornem capacitados para trabalhar com a disciplina de ciências.

Diante disso, o alvo desta investigação foi a formação dos professores da séries iniciais para o trabalho com a disciplina de Ciências, porque acreditamos que é nessa etapa da escolarização que faz-se necessário e urgente investigar. Carvalho afirma que:

É nas séries iniciais que encontramos a maioria da população estudantil brasileira [...] os alunos têm contato, nesta fase, pela primeira vez com uma situação de ensino, com certos conceitos científicos, e muito da aprendizagem subsequente em Ciências vai depender deste início (CARVALHO et al., 1998, p. 6)

Pensamos que este primeiro contato deva ser prazeroso para que desperte nos aluno o desejo de aprender. Por prazeroso entendemos um ensino de ciências fundamentado na ação do aluno, na problematização, na experimentação, na construção coletiva de conceitos e não na memorização pura e simples de enunciados cristalizados. Isso porque, se esse processo for apenas memorístico, o aluno carregará, para as séries posteriores essa visão do ensino científico.

A afirmação, feita por Freire (1999 p.85), de que o aluno só aprende quando se envolve profundamente com a situação, é ponto chave nesta investigação. Acreditamos que o ensino de Ciências nas séries iniciais, carece deste envolvimento, pois o aluno tem iniciado sua vida escolar tendo como modelo de educação científica questionários e textos. Várias pesquisas mostram que não há, na maioria das salas de aula das séries iniciais,

condições que levem o aluno a envolver-se profundamente. A falta de segurança do professor no campo dos conteúdos científicos é um dos fatores que faz com que este não se aventure a utilizar uma abordagem mais dinâmica, na qual o aluno possa participar mais ativamente da construção do conhecimento. O resultado disso, somado a outras dificuldades encontradas pelos docentes, é uma visão estudantil deformada do conhecimento científico.

Como aponta Carvalho, “as séries iniciais do ensino fundamental tornam-se um momento de encontro – entre quem quer aprender e quem quer ensinar – que não pode ser negligenciado” (CARVALHO et al.,1998, p.6). Assim, acreditamos que a formação do professor das séries iniciais é condição primordial para a mudança desta realidade. Temos observado que o professor dessas séries é, muitas vezes, apenas treinado para o trabalho com as disciplinas específicas, não tendo em sua formação inicial, oportunidade para refletir sobre a natureza dos conhecimentos que irá ministrar. Freire (1999 p. 90) afirma que formar é muito mais que apenas treinar.

Diante disso, pensamos que é preciso que o futuro professor seja capaz de compreender a estrutura e a dinâmica do conhecimento, em especial o conhecimento científico. Para isso, é necessário que o espaço de formação do professor seja um lugar de transcendência, nos quais, o indivíduo seja constantemente convidado a refletir. Por transcendência entendemos a incorporação de novos conhecimentos aos anteriores, assim os conhecimentos anteriores seriam usados para ancorar os novos conhecimentos, nos moldes da proposta da aprendizagem significativa.

Essa formação deve ser capaz de levar o futuro professor a aplicar na sua prática, as reflexões realizadas durante sua formação, ou seja, deve levar a uma práxis.

Uma educação que acredita nas questões, perguntas e problemas, como formas de desenvolver a capacidade cognitiva dos aprendizes pode ser capaz de colaborar para a formação desta práxis. O professor, que durante a sua formação teve contato com essa forma de ensino, pode tornar-se capaz de utilizá-la com seus alunos. Esse instrumento de aprendizagem existe, segundo Berbel (1999 p. 41), desde a antiguidade grega. A maêutica socrática já possuía, segundo a autora, características problematizadoras.

Considerando os fatos apontados, nosso trabalho propõe a investigação de uma abordagem histórico-pedagógica para a aprendizagem de conceitos biológicos nas salas de formação de professores, nos cursos de Pedagogia. Partimos aqui do pressuposto, destacado na literatura, de que a contribuição do enfoque histórico nas salas de aula é significativo. Assim, nosso intuito foi investigar uma abordagem que fizesse uso da história da Ciência, de forma articulada a outros pressupostos, a saber, as atividades experimentais e o registro dessas atividades por meio do Vê epistemológico de Gowin.

Essa pesquisa foi realizada com duas turmas de formandos do curso de Pedagogia, em um Centro Universitário da cidade de Londrina, PR.

Nosso trabalho está ancorado nos pressupostos teóricos apresentados no Capítulo 1. Apresentamos, neste capítulo, as principais idéias estudadas sobre a formação de professores no Brasil e, em especial, a formação de professores para as séries iniciais do Ensino Fundamental. Diante do fato de almejarmos uma Alfabetização Científica, este ponto também foi estudado e consta de nossos referenciais.

Buscamos, ainda, conhecer mais a respeito do uso da História e Filosofia das Ciências, como forma de subsidiar nosso trabalho nesta esfera do conhecimento.

Obtivemos subsídios, também na teoria da Aprendizagem Significativa e nos facilitadores desta aprendizagem, em especial, no Vê epistemológico de Gowin, ou sinteticamente, Diagrama Vê. Os Diagramas foram usados tanto para auxiliar a aprendizagem como para a avaliação dessa aprendizagem.

A necessidade de levar o aluno a construir significados a partir de fatos históricos nos fez buscar apoio na Trasposição Didática de Chevallard.

No Capítulo 2, apresentamos o resultado da reconstrução dos principais exemplares históricos necessários à compreensão do fenômeno biológico da germinação da semente. A escolha deste exemplar se deve à popularidade da “experiência do feijãozinho”, tão difundida nas salas de aula das séries iniciais do Ensino Fundamental.

No Capítulo 3, descrevemos a abordagem metodológica construída e utilizada para a realização da investigação, apontando para os principais eventos que envolveram essa aplicação.

No Capítulo 4, relatamos o desenvolvimento de todas as atividades desta abordagem, bem como os resultados obtidos. Apresentamos, também a análise dos Diagramas Vê construídos pelos alunos durante o processo realizado.

Encerramos nossa dissertação tecendo nossas Considerações Finais, de forma a apresentar os principais avanços obtidos com essa investigação, apontando propostas de futuras pesquisas que, ao nosso ver, merecem destaque.

Capítulo 1
Fundamentação Teórica

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os pressupostos teóricos que fundamentam esta pesquisa estão centrados na formação de professores de séries iniciais de Ensino Fundamental, para a ação docente junto à disciplina de Ciências da Natureza.

Assim, usando autores reconhecidos pela comunidade científica, reportamo-nos a Ausubel e sua teoria da Aprendizagem Significativa; e a Novak e Gowin com suas propostas de avaliação para a Aprendizagem Significativa. Ao analisarmos a situação da formação dos professores para as Séries Iniciais de Ensino Fundamental, tão importante para a alfabetização científica que desejamos, tomaremos como base Nóvoa e Pimenta, dentre outros.

Como um dos pontos de apoio deste trabalho é o uso de História da Ciência em sala de aula, usamos o respaldo de Matthews, Batista e Martins para discutirmos as contribuições e adequações desta utilização, bem como os trabalhos de Piaget e Garcia.

1.1 A formação de Professores e o Ensino de Ciências nas Séries Iniciais

Quando pensamos em políticas públicas para a educação no Brasil, imediatamente pensamos na formação de professores e, geralmente, ocorre uma sensibilização, em especial, em relação aos professores das séries iniciais do Ensino Fundamental.

Isso ocorre porque, diante das inúmeras transformações que o mundo contemporâneo passa, a capacidade de ter acesso a informações representa uma grande fonte de poder. A fácil disseminação dessas informações não foi suficiente para diminuir as desigualdades existentes no mundo e, em especial, no Brasil. Esse papel, segundo Tancredi (1999, p.72), é legado à educação e, conseqüentemente, aos profissionais que atuam nessa área.

De acordo com a Proposta de Diretrizes para a formação de Professores da Educação Básica em Cursos de Nível Superior (BRASIL, 2000 p.119), elaborada pelo Ministério da Educação e Cultura, dentre as exigências

que se colocam para o papel docente, encontram-se as seguintes: orientar e mediar o ensino para a aprendizagem dos alunos; responsabilizar-se pelo sucesso da aprendizagem dos alunos; assumir e saber lidar com a diversidade existente entre os alunos; incentivar atividades de enriquecimento curricular; elaborar e executar projetos para desenvolver conteúdos curriculares; utilizar novas metodologias, estratégias e materiais de apoio; desenvolver hábitos de colaboração de trabalho em equipe.

Como podemos observar, a complexidade das instituições de ensino reflete-se na necessidade da profissionalização docente e exige que o professor trabalhe com um conhecimento em construção, que analise a educação como um compromisso político, impregnado de valores éticos e morais; considere o desenvolvimento da pessoa e a colaboração entre iguais e seja capaz de conviver com a mudança e com a incerteza (MIZUKAMI, 2002 p.63).

Diante disso, pensar em abordagens eficientes para a formação de professores, em especial dos que atuam nas séries iniciais do ensino fundamental, faz-se necessário e urgente.

1.1.1 Perspectivas de formação de professores: uma breve reconstrução

Para compreendermos melhor como se instalou o presente quadro que ora caracteriza o cenário nacional para o ensino de ciências, levantamos alguns pontos, que consideramos importantes. Assim, apresentaremos a seguir alguns episódios que julgamos fundamentais para a compreensão do atual quadro de formação de professores no Brasil.

Como posição inicial para tal discussão, assumimos que, para que o professor possa formar indivíduos autônomos é preciso que ele próprio seja autônomo: “à legitimação da autonomia epistemológica do professor corresponde à legitimação da autonomia epistemológica dos sujeitos sobre os quais o profissional venha exercer sua ação educativa” (CARDOSO et al. apud ALARCÃO, 2005, p.69).

Na prática, porém, sabemos que os cursos de formação inicial ou continuada não têm conseguido contribuir, a contento para a formação dos

professores. No caso específico da formação do professor das séries iniciais, objeto deste trabalho, isso é ainda mais sério.

Segundo Carvalho (1999 p.82), os problemas que existem em relação à formação de professores para a educação básica são muitos e, no momento atual, necessitamos de uma política pública neste sentido, que trate, de maneira ampla, simultânea e de forma integrada, tanto da formação inicial, como das condições de trabalho, remuneração e formação continuada dos docentes.

A lei que rege a educação brasileira, a lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB 9394/96), estabelecia, a princípio, que “a formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior” (BRASIL, 1996). Sabemos, entretanto, que este dispositivo foi, posteriormente, alterado em virtude de falta de condições para cumprir o proposto pela lei. Os professores das séries iniciais do Ensino Fundamental e os professores da Educação Infantil voltaram a ser formados pelos cursos de Magistério, em nível de Ensino Médio, ou mesmo, por cursos conhecidos por Normal Superior oferecidos na modalidade “à distância”, sem a necessidade de aulas presenciais. Não pretendemos discutir, aqui, a qualidade destes cursos, apontamos apenas para o perigo que isso pode representar.

Para realizar uma avaliação das novas perspectivas de formação de professores, há que se considerar os cursos de formação de professores, seu histórico, em que se fundamentam e que perspectivas perseguem.

As mudanças ocorridas na educação exigem dos profissionais deste segmento uma profissionalização que eles ainda não possuem. É necessário que haja modelos de formação inicial e continuada que pense nos professores, na sua atuação de sala de aula, como construtores ativos do saber e não como meros consumidores de programas de formação pré-estabelecidos.

Essa visão do professor como um “consumidor” tem sua inspiração na racionalidade técnica. Nessa perspectiva de formação de professores, segundo Lorencini (2006 p.3), o ensino tem o status de uma ciência aplicada e sua qualidade manifesta-se em seus resultados. O professor é um técnico que deve aprender e dominar as aplicações desse conhecimento. A formação de professores consiste na aplicação de técnicas e procedimentos produzidos pelos “cientistas”. Ressaltamos que o grande engano desta perspectiva de formação tem sido considerar o espaço escolar e, em especial, o da sala de

aula, como uniforme, bastando que a técnica aplicada pelo professor esteja correta para que todos aprendam. O professor formado nesta perspectiva dificilmente poderá resolver problemas concretos encontrados em sala de aula. Hoje, a demanda é por um profissional que, além de dominar técnicas, possa envolver os educandos com conhecimentos, valores e atitudes (MIZUKAMI, 2002, p 54).

É importante lembrar que a perspectiva da racionalidade técnica não é a única que fundamentou os processos de formação de professores. A racionalidade acadêmica, ainda tão presente nas escolas, tem papel fundamental nos cursos de formação de professores. Nesta perspectiva, o ensino é para transmissão de conteúdos e a aprendizagem é vista como mera acumulação de conhecimentos. O professor é visto como um especialista em sua disciplina: quanto mais o professor conhece Ciências, melhor ele ensina Ciências. Segundo Lorencini (2006), nesta perspectiva, o professor teria dificuldades, em virtude de sua própria formação, de diferenciar o “saber a ser ensinado do saber ensinar”. O que mais chama atenção é a grande desvalorização, neste referencial, do saber prático do professor, pois suas experiências pessoais e profissionais não são consideradas como parte importante do seu saber profissional. A sala de aula também é considerada homogênea e, portanto, o papel do professor centra-se somente na transmissão de conteúdos.

É sabido que a formação de professores, baseada nessas duas perspectivas, não conseguiu o sucesso esperado. As transformações na sociedade provocaram tantas mudanças no espaço escolar que o professor formado pelos modelos da racionalidade técnica e da racionalidade acadêmica não tem conseguido acompanhar. Essa dificuldade é citada por Tardif (2002, p.35), que a justifica em razão da desvalorização dos saberes docentes dos professores pelas autoridades educacionais, escolares e universitárias, ou seja, para Tardif (2002 p.39), este seria um problema político .

Historicamente, os professores foram, durante muito tempo, associados a um corpo eclesial, que agia com base nas virtudes da obediência e da vocação. No século XX, eles se tornaram um corpo estatal e tiveram que se submeter e se colocar a serviço das missões que lhes foram confiadas pela autoridade pública e estatal. Portanto, ora formando um corpo eclesial , ora

estatal, os professores sempre estiveram subordinados a organizações e a poderes maiores e mais fortes, que os associavam a executores (TARDIF, 2002, p.127).

Todas as críticas ao sistema escolar passam pela formação de professores, que passa a ser vista como a principal causa da ineficácia da educação. O professor, formado em uma perspectiva acadêmica e ou técnica, apresenta-se como um equívoco a ser resolvido. Há, então, um enorme apelo por mudanças educacionais, mudanças essas que, necessariamente, passam pela formação do professor.

O processo de formação de professores deve produzir efeito nas concepções e nas práticas dos futuros profissionais, que devem deixar o papel passivo assumido até agora.

Muitos são os trabalhos que têm chamado a atenção para a necessidade de se levar em conta aquilo que se denomina como saberes da docência. Embora aja controvérsias, para muitos autores, a prática pedagógica do professor está relacionada com suas crenças e concepções, que, por sua vez, estão relacionadas às suas experiências como alunos e como professores (MONTEIRO ; TEIXEIRA, 2006, p. 2). Os professores acabam adotando uma postura conteudista e desvinculada da realidade e do contexto dos alunos. Essa postura não contribui em nada para a formação de um cidadão crítico e consciente.

Segundo Monteiro e Teixeira (2006, p.2), o professor só conseguirá *saber fazer* se puder refletir sobre *o que fazer*. Para isso, faz-se necessário uma reformulação no conhecimento profissional do professor, que deve ser baseado em uma investigação crítica e rigorosa. Espera-se que, com isso, o professor possa construir uma identidade profissional que lhe garanta uma ação docente mais eficaz, mais coerente. Essa identidade profissional se constrói a partir do significado que cada professor confere, conscientemente, às atividades do seu cotidiano, a partir de seus valores, de sua visão de mundo e de sua história de vida.

Consideramos que esses saberes, constituídos ao longo da história de cada professor, vão cristalizando práticas que não passam pelo crivo da práxis, restringindo-se a uma análise baseada no senso comum, nos hábitos de um grupo cultural que não envolve, necessariamente, um compromisso com uma

postura de competência profissional para o mundo contemporâneo.

Diante da necessidade de romper com essa situação, uma nova perspectiva de formação de professores foi construída e é hoje defendida: a perspectiva prática. A idéia principal do pensamento de Schön (1992) é a do professor reflexivo.

Segundo Alarcão (2000, p. 11), o autor faz, na realidade

[...] uma crítica ao atual paradigma da educação profissionalizante que, baseando-se num racionalismo técnico, se traduz num modelo de aplicação da ciência aos problemas concretos da prática através da ciência aplicada,[...] como alternativa, propõe uma epistemologia da prática que tenha como referência as competências que se encontram subjacentes à prática dos bons profissionais (ALARCÃO, 2000, p. 11).

Assim, a idéia de Schön baseia-se na forma com que os profissionais tratam situações de seu dia a dia, isto é, não usando, necessariamente, os seus conhecimentos teóricos. As atividades diárias estão baseadas nos conhecimentos tácitos e não são precedidas de reflexão; trata-se, segundo Schön (1992), de um conhecimento na ação. Quando um acontecimento muda a rotina e obriga a pensar sobre o que fazer, Schön (1992 p. 77) considera essa atitude como reflexão na ação.

Pensando nessas concepções na atividade profissional, em especial na atividade docente, é preciso considerar as ações de repetição que o profissional professor enfrenta no seu cotidiano escolar. São essas atividades e atitudes tomadas pelo professor, em cada caso, que constituem o conhecimento do professor, na sua prática. Esse conhecimento pode se cristalizar: o professor não mais reflete, apenas utiliza essa ou aquela atitude diante de um dado acontecimento. Ao contrário, quando o professor passa a refletir sobre como fez e por que fez, o seu conhecimento prático estará sofrendo a reflexão na ação e o profissional professor estará se tornando um profissional mais reflexivo e, portanto, um *investigador* da sua prática.

Schön (1992,p. 79) afirma que este profissional não é dependente, mas é conhecedor das teorias e dos teóricos, sendo capaz de dar sustentação, legitimar a sua prática, a partir da reflexão que ele faz usando como subsídio seu conhecimento prático.

Ressalte-se que, para Contreras (2002 p. 79), a reflexão do professor

não se dá em um plano simplista, pois ele não reflete apenas sobre como agir em determinada situação, sua reflexão dá-se em termos mais profundos. Diante de uma nova situação, o profissional professor faz uma análise da circunstância que se apresenta, buscando similaridades com ocorrências anteriores. Pode concluir, inclusive, que “não vale a pena” resolver tal problema, ou, então, buscar descobrir “que papel deve desempenhar” em dada situação (SCHÖN,1992, p. 79). É interessante lembrar que o resultado dessa análise dependerá, basicamente, das concepções que esse profissional possui: “A reflexão na ação tende a fazer emergir, não só os pressupostos e as técnicas, senão também os valores e propósitos presentes no conhecimento organizacional” (SCHÖN, 1992,p. 79).

Considerando que a maioria dos professores que está atuando foi formada com os referenciais da racionalidade técnica e da racionalidade acadêmica, como é o caso da grande maioria das Licenciaturas no Brasil na área das Ciências da Natureza, como e quando esses professores poderão passar a ser professores reflexivos? O que pode desencadear tal necessidade no professor? Para Schön (1992), em geral, são os problemas que o professor enfrenta em sua prática e para os quais ele não encontra respostas, pois estes demandam um professor com uma atitude reflexiva. Quando o professor analisa os resultados de uma ação, ele avalia e reinterpreta a sua atuação e replaneja a sua próxima ação.

O professor prático reflexivo “entende a situação, tentando mudá-la” (SCHÖN,1992, p.81). O pensar e o fazer deste profissional se entrelaçam,dando origem a um diálogo entre a ação e a reflexão, o qual leva a uma avaliação do fato, diferente da avaliação que se faria na perspectiva da racionalidade técnica.

Na perspectiva da racionalidade técnica, a ação do professor é uma “ação profissional sobre uma realidade estranha”, pois o professor age como alguém que “vê de fora”. O professor prático reflexivo entende-se como parte da situação. Isso amplia a visão que o professor tem dos fatos que ele enfrenta; os fatos são avaliados no contexto social em que estão inseridos. Essa nova dimensão, que os fatos adquirem, não pode ser resolvida pela racionalidade técnica. A ação do professor dá-se em um ambiente incerto, ambíguo, carregado de particularidades, no qual não é possível a aplicação de

técnicas pré-determinadas.

Podemos concluir que a reflexão, no contexto citado por Schön (1992, p. 89), é entendida como uma conexão entre o conhecimento e a ação nos contextos práticos, ao invés de um conjunto de regras pré-estabelecidas segundo as concepções positivistas da racionalidade técnica.

Alarcão (2000 p.178) aponta, porém, para uma preocupação com a qual concordamos: o possível esvaziamento do conceito de professor reflexivo. Faz-se necessário e urgente compreender que a defesa do professor reflexivo não impede a defesa de outros saberes profissionais, entre eles, o domínio do conteúdo específico e o domínio das diferentes estratégias de ensino, o conhecimento pedagógico do conteúdo.

Esse é o professor que acreditamos deva ser formado: crítico e investigador de sua prática, reflexivo em suas atitudes e consciente do seu tempo, que apresente domínio do conteúdo a ser ministrado e conhecimento das técnicas de ensino.

Segundo Alarcão (2000, p. 18), nesta óptica apresentada por Schön, o papel do formador do professor não consiste apenas em ensinar, mas, principalmente, em facilitar a aprendizagem, em ajudar a aprender. Isso porque segundo a autora, a competência profissional implica em um conhecimento holístico, criativo, pessoal, construído.

Concordamos com a visão de Pimenta (1996, p. 72), ao afirmar que

[...] o caráter dinâmico da profissão de professor, configura-se a partir das constantes transformações que é obrigada a sofrer tendo em vista a importância de se atender às novas demandas da sociedade. Assim, deve-se buscar definir quais características da docência devem permanecer como práticas consagradas, quais devem deixar de existir por se mostrarem ultrapassadas e quais devem ser modificadas, adquirindo novas características, ajustando-se às exigências atuais.

Na prática, porém, o que temos assistido são cursos de formação de professores que não conseguem oferecer, ao futuro professor, condições para que ele possa trabalhar a contento com os educandos. No caso da disciplina de ciências, nas séries iniciais do ensino fundamental, essa falha

salta aos olhos ao analisarmos os índices de alfabetização científica apresentados pelos concluintes do segundo ciclo do Ensino Fundamental – 4ª. Série. Não temos a pretensão de apontar a formação dos professores como a única causa para os problemas de formação dos alunos, porém acreditamos que esse fator é de fundamental importância.

1.1.2 A formação de professores para trabalhar com a disciplina de ciências no ensino fundamental

Conforme já foi apresentado, encontramos muitos problemas ao investigarmos os moldes da formação dos professores. Vamos, agora, focar mais detalhadamente os aspectos dessa formação, voltados para o trabalho com a disciplina de ciências, nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

As exigências atuais em torno do ensino de ciências têm desencadeado muitas propostas que defendem a iniciação de crianças nos estudos de conceitos científicos. É importante ressaltar que, neste trabalho, temos como pressuposto que, conforme afirma Carvalho et al. (1998, p. 6), ensinar um conjunto de conceitos desconectados da estrutura cognitiva do aluno, não faz sentido. Acreditamos que, como afirma a autora, uma das formas pela qual as crianças constroem conhecimentos a respeito do mundo que as cerca, é elaborando explicações causais dos fenômenos. Assim, no ensino formal, nas séries iniciais, o aluno poderá pensar e resolver problemas do mundo que o cerca, e, a partir daí, ampliar seus conceitos e aprender de forma significativa.

Esse posicionamento traz consigo uma preocupação com a formação dos professores das séries iniciais a fim de que estes possam estar preparados conceitualmente, metodologicamente e atitudinalmente para além de conhecerem o conteúdo que irão ensinar: tais professores devem ser capazes de organizar e dirigir atividades significativas para seus alunos.

O grande problema que encontramos, porém, é que tanto os concluintes dos cursos de Magistério (Ensino Médio) quanto os dos cursos de graduação em Pedagogia ou Normal Superior, não apresentam, ao final de seus cursos, a necessária formação científica e pedagógica para ensinar ciências às crianças e aos jovens. Os Parâmetros Curriculares Nacionais

(BRASIL, 1997) tratam dessa instrumentação, demonstrando a preocupação em oferecer um mínimo de formação científica necessária para ministrar esta disciplina.

Nos cursos de Pedagogia ou de Normal Superior consta apenas uma disciplina, cuja função é garantir a formação mínima necessária para o trabalho com a disciplina de Ciências da Natureza. Essa disciplina apresenta vários problemas, a começar pela própria nomenclatura (e a ideologia por trás dela) e pelas ementas, que variam, grandemente, de uma Instituição de Ensino Superior para outra, sem a preocupação de uma garantia mínima do que será tratado com o futuro professor. Para essa discussão, será adotada a nomenclatura Metodologia de Ensino de Ciências Naturais, para se referir a essa disciplina, ministrada nos cursos de Pedagogia e Normal Superior.

O que é a Metodologia de Ensino de Ciências e qual sua função nos cursos de Pedagogia? Qual seu conteúdo básico? No Brasil, historicamente, essas são perguntas sem respostas, pois a disciplina não apresenta orientações básicas no que diz respeito ao programa. Embora saibamos que as diferenças de uma instituição para outra devam ser respeitadas, destacamos a importância de referências ou parâmetros para o trabalho e as discussões entre os professores dessas disciplinas. O tratamento metodológico do ensino-aprendizagem das Ciências Naturais tem sido tão inconsistente, precário e frágil que nem há uma nomenclatura homogênea para a disciplina. Esses fatores, aliados à não disponibilidade de professores especializados para essa disciplina, ou mesmo, a origem da formação deste profissional, muito tem contribuído para dificultar a capacitação efetiva dos professores, impedindo que desenvolvam a formação inicial das crianças em Ciências Naturais, de maneira eficiente.

As disciplinas de Psicologia da Educação e Didática podem contribuir muito para indicar princípios e direção para o trabalho docente do professor, mas não são suficientes para capacitá-lo à docência de um conteúdo específico como o de Ciências Naturais.

A justificativa para a dificuldade dos professores das séries iniciais, em trabalhar com a disciplina de Ciências, pode ser encontrada na história da educação no Brasil, uma vez que, de acordo como os PCNs (BRASIL, 1997), até 1961, o ensino de Ciências só estava presente na séries finais do então

curso ginásial. Com a lei 4024/61, isso se estendeu para todas as séries do Ginásio; mas, somente após a lei 5692/71 é que o ensino de Ciências passou a ser ministrado também para o “primário”. Ora, se o professor do primário não havia sido preparado para esse conteúdo, uma vez que ele não era necessário, podemos imaginar as dificuldades a que este profissional foi exposto, as quais provavelmente foram repassadas aos seus alunos, o que, sem dúvida, desencadeou um círculo vicioso no processo de ensino-aprendizagem da disciplina Ciências Naturais, em especial, nas séries iniciais.

Paralelo a tudo isso, temos os avanços científicos acontecendo em uma velocidade espantosa, exigindo que todos os cidadãos conheçam os conceitos científicos básicos para que possam executar tarefas do cotidiano. Isso exige que o professor repense a sua formação e reestruture o seu trabalho com a disciplina de Ciências Naturais nas séries iniciais do ensino fundamental ou mesmo na educação infantil.

Monteiro e Teixeira (2006, p.7) descrevem como os professores respondem ao serem questionados sobre o seu trabalho com essa disciplina, nas séries iniciais do ensino fundamental.

“Olha! Eu vou ser sincera com vocês: eu acho que a Ciência é importante, mas mais importante é o aluno aprender ler e escrever. Então eu dou prioridade para a leitura, a escrita, as quatro operações.”

Podemos perceber, pela fala da professora, as dificuldades e os anseios que ela apresenta em relação à disciplina de ciências e como ela se justifica por trabalhar este conteúdo apenas de forma superficial. Ainda nos trabalhos de Monteiro e Teixeira (2006, p.7), os autores descrevem que, durante a entrevista, a professora acaba deixando claro os verdadeiros motivos que a levam trabalhar de forma superficial com os alunos “[...] a Ciência é muito difícil, não é para qualquer um [...] então, na maioria das vezes eu passo um ponto na lousa e passo um questionário.”

As aulas de ciências tornam-se momentos de desconforto para os docentes das séries iniciais. Aqueles que tentam sair da sua zona de conforto, propondo atividades diferenciadas, atividades experimentais, por exemplo, passam, muitas vezes, por situações que fazem com que se arrependam da tentativa; assim, tais professores voltam a trabalhar pautado em aulas

predominantemente expositivas, pautadas na transmissão de conhecimento, seguindo-se, em geral, o roteiro do livro didático. O relato de Monteiro e Teixeira (2006, p.7) descreve uma dessas situações:

[...] um dia eu estava fazendo aquela experiência que o ovo afunda na água sem sal e flutua na água com sal [...] um aluno me disse que a água contém um plástico que não deixa as coisas afundarem [...] fiquei sem saber o que fazer, perguntei onde ele havia ouvido aquilo e ele me disse que assiste “O Mundo de Beekman” [...] concordei com ele e *nunca mais fiz experiência alguma, prefiro ficar com o livro didático mesmo.* (grifo nosso)

Diante de situações como essas, que se repetem diariamente nas salas de aula das séries iniciais, quando o professor vai trabalhar com a disciplina de ciências, como devem ser os cursos de formação para o trabalho com essa disciplina? As pesquisas nessa área discutem quais as características os cursos de formação deveriam ter para garantir um mínimo de qualidade ao trabalho dos professores das séries iniciais com a disciplina de ciências.

Segundo Silva e Schnetzler (2000, p.44), um programa de formação inicial de professores, para capacitá-los a trabalhar com a disciplina de ciências, deve proporcionar o domínio dos conteúdos científicos a serem ensinados em seus aspectos epistemológicos e históricos e em suas relações com o contexto social, econômico e político. Deve, ainda, questionar a visão simplista de ciências que a maioria da população apresenta, visão essa baseada em uma concepção do conhecimento científico como um produto acabado e uma verdade irrefutável. Ainda segundo os autores, esse curso deve proporcionar ao futuro professor, a capacidade de saber planejar, desenvolver e avaliar atividades de ensino que contemplem a reconstrução dos fatos em direção às noções científicas aceitas.

Embora não vejamos motivos para discordar do autor, nossa preocupação reside em questões que julgamos salutar: o tempo escolar e a diversidade cultural dos alunos. Conforme observado anteriormente, as grades dos cursos de formação inicial de professores, tanto na modalidade Pedagogia, quanto na modalidade Normal Superior, apresentam uma carga horária bastante reduzida para a única disciplina que tem como função preparar o

professor para trabalhar com a disciplina de ciências nas séries iniciais. Fica, aqui, um importante dilema a ser considerado.

Em relação à diversidade cultural apresentada pelos alunos e que deve ser levada em conta, acreditamos que se considerarmos as idéias prévias dos alunos não como entraves à educação científica, mas como subsunçores que serão modificados e ampliados ao longo das atividades desenvolvidas, esta questão estará contemplada e valorizada na construção cognitiva dos estudantes.

Outros autores, como Vianna e Carvalho (2000) levantam outros pontos importantes para fundamentar as características dos cursos de formação inicial para o trabalho com a disciplina de ciências.

[...] além dos conhecimentos fundamentais da ciência o professor também precisa conhecer a história da ciência, isto é, conhecer os problemas que originaram a construção dos conhecimentos científicos, para que os mesmos não adquiram a conotação de conhecimentos arbitrários. (VIANNA; CARVALHO, 2000, p.39)

Monteiro e Teixeira (2006, p.2) levantam ainda outro ponto fundamental. Segundo esses autores, se levarmos em conta o novo modelo de formação de professores, baseado nos saberes docentes, teremos que admitir o fato de que as crenças que o professor traz a respeito da natureza da ciência e do fazer científico poderão influenciar diretamente suas atividades como docente. Embora estejamos conscientes das divergências apresentadas na literatura sobre essa questão, apresentados por Lederman (1999), por exemplo, cujos resultados apontam não haver relação entre as concepções dos professores e sua prática em sala de aula, em nossa prática diária temos observado situações que apontam para essa relação.

Assim, professores com uma concepção do conhecimento científico como um produto acabado e uma verdade irrefutável, por exemplo, parecem adotar uma prática centrada em conceitos cristalizados, muitas vezes desvinculados da realidade do aluno.

A relevância de toda essa investigação emerge num período de intensa discussão sobre reformas nos currículos de formação de professores em geral, e, em particular, dos professores das séries iniciais. As universidades

brasileiras, os centros universitários e as faculdades isoladas influenciadas pelas tendências atuais advindas das pesquisas em Ensino de Ciências, necessitam repensar suas estruturas, criando novos currículos, novas disciplinas, novas abordagens. Portanto faz-se necessário pesquisar sobre essas experiências. É nesse contexto que está nossa pesquisa.

1.1.3 Breve histórico do ensino de ciências no Brasil

O ensino de ciências não está, é claro, desvinculado da realidade apresentada até então. Porém, julgamos pertinente a apresentação de alguns aspectos mais específicos do desenvolvimento desta disciplina, para que se possa compreender melhor a posição de nossa pesquisa.

Os relatórios publicados pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) sobre a atuação dos alunos em 2000 e em 2003 nas provas do relatório PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudante) apontam para uma grande falha na alfabetização científica brasileira. Para compreender como e por quê esse quadro se instaurou no Brasil, é preciso que façamos uma análise da história do ensino de ciências no país, de seus avanços e dificuldades.

A inserção do ensino de Ciências na escola, segundo CANAVARRO (1999 apud NARDI ; ALMEIDA, 2004, p. 90), deu-se no início do século passado, quando o sistema educacional “centrava-se principalmente no estudo das línguas clássicas e, em certa medida, da matemática, ainda à semelhança dos métodos escolásticos da Idade Média”

Ao fazermos uma análise das leis e reformas que normatizaram a educação no Brasil, vamos encontrar o ensino de Ciências citado apenas a partir da lei Francisco Campos que, pelo decreto 19.890/31 propõe o ensino de “Ciências Físicas e Naturais”, até então inexistente no Brasil, para as duas últimas séries do ensino “comum e fundamental” (hoje 7^a. e 8^a. Séries do ensino fundamental) (DOMINGUES et al. 2000:194 apud PARANA, 2006, p.18).

Os conteúdos básicos propostos para este trabalho estavam pautados na biografia de cientistas importantes e na demonstração de seus

experimentos. Segundo LAYTON (1973 apud NARDI ; ALMEIDA, 2004, p. 91), em seu livro *Science for the people*, isso explica-se pois, àquela época, as visões então existentes sobre a ciência dividiam-se em dois grupos: as que entendiam que a ciência deveria auxiliar na resolução de problemas práticos do dia-a-dia e outras que consideravam importante o enfoque na ciência acadêmica, de forma que o ensino de Ciências ajudaria no recrutamento de futuros cientistas. A segunda visão acabou prevalecendo, segundo BLACK (1993), embora esta tensão original ainda prevalecesse por muito tempo, refletindo-se no ensino de Ciências da atualidade. De qualquer forma, segundo o autor,

[...] o estilo do ensino de Ciências permaneceu bastante formal, baseado no ensino de definições, deduções, equações e em experimentos que ilustram conclusões cujos resultados são previamente conhecidos, seguidos por algumas discussões sobre aplicações práticas ao final (BLACK, 1993, p. 4 apud NARDI ; ALMEIDA, 2004, p.91).

Em decorrência disso, o método de ensino era centrado na exposição do conteúdo pelo professor e, ao aluno, cabia a memorização e a repetição do que havia sido ensinado.

A reforma Gustavo Capanema, em 1942, altera a estrutura do ensino, criando dois ciclos chamados de primário (quatro primeiras séries), disponível a um número maior de pessoas, e ginásio, com duração de quatro anos, já restrito a poucos. A disciplina de Ciências passa, então, a ser denominada Ciências Naturais e é trabalhada nas duas últimas séries do ginásio, enfocando noções de ar, água, solo, zoologia, botânica e corpo humano, no 3º. ano do ginásio, e noções de Química e Física, no 4º. ano (DOMINGUES et al. 2000, apud PARANÁ, 2006, p.19).

Com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases 4024/61, estende-se a obrigatoriedade do ensino da disciplina de Ciências Naturais para todas as quatro séries do ensino ginásial. A disciplina de Iniciação à Ciência tinha como função preparar o cidadão para pensar lógica e criticamente, exercitar o método científico e tomar decisão com base em informações e dados (PARANÁ, 2006, p.20).

Desde a década de 1950, a importância do ensino de ciências vinha crescendo, principalmente, segundo Krasilchik (1996), em função do reconhecimento da necessidade da tecnologia e da ciência para o desenvolvimento econômico e tecnológico. Ainda segundo Krasilchik (1996), no Brasil, os primeiros movimentos em função de uma melhoria na qualidade do ensino de Ciências são anteriores aos movimentos ocorridos nos Estados Unidos, após o lançamento do SPUTINIK pelos russos, uma vez que, segundo a autora “em 1950, havia sido organizado no país o *IBECC – Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura*”. (KRASILCHIK, 1996, p.24)

Quando foi promulgada a LDB 4024/61, o cenário escolar era profundamente dominado por um ensino das ciências meramente memorístico, embora já houvesse esforços de renovação. Nesse modelo, cabia aos professores a transmissão dos conhecimentos acumulados pela humanidade, por meio principalmente de aulas expositivas; aos alunos, cabia a absorção das informações que lhe haviam sido transmitidas. Um ponto fundamental para o ensino de Ciências era a neutralidade do conhecimento científico, pois a verdade científica nunca era posta em questão. A qualidade do curso era medida pela quantidade de conteúdo trabalhado (BRASIL, 1997, p.19). Essas características influenciaram fortemente o ensino de ciências por décadas e, ainda hoje, fazem-se presentes nas salas de aula.

O movimento escolanovista brasileiro surge na década de 1960 e, a partir da década de 1970, influencia a reestruturação do currículo de Ciências, que deve, agora, substituir os métodos tradicionais de ensino por uma metodologia que tenha por base a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem. Ocorre uma crescente preocupação com o desenvolvimento de atividades experimentais e, portanto, isso passa a influenciar os cursos de formação de professores. As atividades práticas são proclamadas como as grandes facilitadoras do processo de transmissão do saber científico (BRASIL, 1997, p.20) A importância dessas discussões para um início de mudança no pensamento do professor sobre o ensino de Ciência é inegável, porém, na prática, o que se pode observar é que as mudanças não ocorreram nas salas de aula. As aplicações empíricas, por exemplo, na grande maioria dos centros de estudo, não ocorreram seja por falta de preparo do professor, seja por falta de condições materiais.

Nesse período, com as políticas adotadas pelo regime militar, a escola passa a ser um local para legitimação do modelo vigente, o que, no ensino de ciências, reflete-se no compromisso de formação de mão de obra técnico-científica, para atender às necessidades do mercado e do desenvolvimento econômico do país.

O Ministério da Educação e da Cultura (MEC) e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID) firmaram acordos que garantiriam ao Brasil assistência técnica e ajuda financeira para instituir a reforma do ensino universitário (Lei 5540/68) e do ensino de 1.º e 2.º graus (Lei n. 5692/71), marcos do advento do ensino tecnicista, que pretendia articular a educação ao mundo produtivo, para aperfeiçoar o sistema capitalista (PARANÁ, 2006, p.25). Portanto, podemos evidenciar que os investimentos na área educacional não eram ao acaso, pois pretendiam a formação para o mercado de trabalho, de acordo com as exigências da sociedade industrial e tecnológica.

A Lei 5692/71 alterou, também, a estrutura dos ensinos primário e médio, que passaram a denominar-se, respectivamente, de *Primeiro Grau*, com oito anos, básico e obrigatório; e de *Segundo Grau*. Ao mesmo tempo em que o primeiro grau assumiu uma característica de terminalidade, manteve ligação com o segundo grau pela “sondagem de aptidões e iniciação para o trabalho”, que poderiam levar a uma habilitação profissional (BREJON, 1982, p. 253).

Com a reorganização curricular, as disciplinas científicas tiveram nova configuração em relação ao currículo que marcava o ensino de Ciências até então (KRASILCHIK, 2000).

O desenvolvimento industrial desenfreado, e a conseqüente degradação ambiental, resultaram em nova ênfase nos currículos escolares, no final dos anos de 1970. As implicações sociais desse desenvolvimento científico e tecnológico tornar-se-iam objeto de estudo na escola, mais tarde, a partir da abertura política.

Na década de 1980, o mundo encontrava-se em competição tecnológica, enquanto o Brasil vivia uma transição política, com o fim da ditadura. Nesse período, marcado pela massificação da educação, a expansão da oferta não significou qualidade de ensino. Uma perspectiva crítica da

educação expressava-se por meio da organização de novos currículos, de modo que a democratização acabaria por influenciar o ensino de Ciências, sob o enfoque de discussões acerca de sua função social. As metodologias ligadas ao modelo escolanovista foram objeto de crítica e preocupação em defender a melhoria da qualidade de ensino, com temas relacionados à prática social (PARANÁ, 2006, p. 26).

Alguns temas estiveram presentes nos programas concebidos para aprimorar o ensino de Ciências, entre os quais, destacam-se: a educação ambiental, a saúde, as relações entre a indústria e a agricultura e entre a ciência e a tecnologia. Nem sempre, porém, eram considerados os impasses relacionados às causas econômicas e às conseqüências do uso indiscriminado do ambiente em atividades ligadas à indústria e à agricultura. As abordagens, nesses programas, assumiram, muitas vezes, uma leitura ingênua, sem estabelecer relações com a prática social.

Os anos de 1990 marcaram uma grande e profunda crise econômica e social, expressa no acirramento das desigualdades sociais. A multinacionalização do capital produziu um efeito considerado estrutural: a globalização das economias pelos interesses hegemônicos das potências capitalistas (ESPINDOLA, 1998 apud PARANÁ, 2006).

Nessa década, o neoliberalismo no mundo e no Brasil trouxe a discussão da qualidade total e das estratégias empresariais para o contexto educacional. Essa visão foi criticada por grupos de professores de diferentes áreas, cujo ponto de vista era o de que, numa sociedade solidária e justa, a escola deveria formar um cidadão crítico, participativo e transformador (OLIVEIRA, 2004 apud PARANÁ, 2006).

No início da década de 1990, inicia-se a discussão do ensino de ciências por pesquisa; nessa modalidade, segundo Campos e Nigro (1999), o aluno tem papel ativo, porém, o trabalho do professor não se encontra desfocado, como em algumas tendências construtivistas radicais. As atividades experimentais são consideradas importantes, porém, não se resumem a executar uma receita, o aluno pesquisa, infere, participa do processo.

No Paraná, o *Currículo Básico para a Escola Pública* buscou responder às necessidades sociais e históricas do Brasil de então. A pedagogia histórico-crítica fundamentou o paradigma educacional, por meio do qual a escola

deveria ser valorizada como espaço responsável pela apropriação do saber sistematizado, e na qual os conteúdos passariam a ser indispensáveis à compreensão da prática social, por desvelarem a realidade de forma crítica e transformadora.

Em cada uma das áreas do conhecimento, esse currículo foi resultado de discussões e reflexões entre os educadores da Rede Estadual de Ensino do Paraná. Seus debates estavam relacionados aos conteúdos e aos aspectos teórico-metodológicos, conforme os princípios da pedagogia histórico-crítica.

O ensino de Ciências no Currículo Básico perdeu força como documento orientador da disciplina, sobretudo a partir da promulgação da Lei n. 9.394/96, que estabeleceu as *Diretrizes e Bases para a Educação Nacional*. Isso se deve, além de outros fatores, a mudanças na educação. A escola perdeu o caráter de espaço social transformador e passou a ser entendida como empresa, conforme o modelo neoliberal de educação (DUARTE, 2001, p. 4).

A partir de 1996, à luz de políticas públicas federais, o ensino de Ciências teve o objeto de estudo redirecionado. Seus conteúdos clássicos se esvaziaram em decorrência da publicação e ampla distribuição dos *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental – Ciências Naturais* (PCN) e *Temas Transversais*. Assim, os amplos campos de estudo da disciplina de Ciências, como *Saúde, Sexualidade, Meio ambiente*, entre outros, passaram a ser tratados por outras disciplinas. A proposta inicial dos PCNs estabelecia que todas as disciplinas tratassem desses temas em sala de aula. Entretanto, na prática, os professores de Ciências assumiram muitos desses temas, em detrimento dos conteúdos específicos historicamente constituídos. Tais temas eram abordados, muitas vezes, por meio de projetos curriculares e extracurriculares, propostos por diversas instituições, fundações, organizações não-governamentais (ONGs) e empresas, que entravam na escola e desconsideravam, por vezes, sua proposta pedagógica.

Os conteúdos específicos ficavam em segundo plano, à margem do processo pedagógico e, geralmente, eram tratados sem aprofundamento porque o foco estava nas temáticas dos projetos.

Hoje, há uma preocupação com o resgate dos conteúdos, não como um fim em si mesmos, mas prenes de valores éticos e morais, objetivando as

discussões das implicações destes conceitos na vida dos estudantes. Assim, a capacidade do professor de articular bem os conceitos é fundamental.

Ao observarmos os acontecimentos apresentados neste relato, é possível criar uma imagem que nos apresente alguns indícios do porquê da situação atual do ensino científico no Brasil, em especial nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

1.2 A Aprendizagem Significativa

Sempre que se pesquisa em ensino ou em aprendizagem é preciso escolher um referencial teórico que justifique a adoção de uma determinada prática. O presente trabalho tem como enfoque pesquisar a formação de professores para o trabalho com a disciplina de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Temos como objetivo investigar o processo de desenvolvimento de atividades que despertem, por meio de uma abordagem, uma visão mais real da ciência e da dinâmica do conhecimento científico, pautadas no uso da história da ciência e de atividades experimentais.

Nosso referencial de aprendizagem será o de Aprendizagem Significativa.

Atualmente, o conceito de aprendizagem significativa é usado, por vezes, de forma bastante genérica e de várias formas em diferentes trabalhos. Neste trabalho, usaremos a conceituação desenvolvida segundo Ausubel, Gowin e Moreira.

Este conceito foi, inicialmente, proposto por Ausubel, na década de 60. Posteriormente, Novak, passa a colaborar com as idéias de Ausubel e faz com que a teoria da aprendizagem significativa, mais cognitivista na visão de Ausubel, transforme-se em uma teoria mais humanista (MOREIRA, 1999 p.10). Moreira classifica a teoria da aprendizagem significativa original como uma teoria que apresente uma ênfase bastante cognitivista; após a influência de Novak e Gowin, essa teoria passa a apresentar traços marcantes de uma teoria que tem como enfoque o humanismo.

Para Ausubel et al. (1980, p. 23), aprendizagem significativa é o processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura

cognitiva do indivíduo. Nesse processo, a nova informação interage com uma parte da estrutura cognitiva, o conceito subsunçor, ou apenas subsunçor do indivíduo que aprende. O subsunçor é então um ancoradouro para novas idéias.

Quando uma idéia ou conceito serve de subsunçor para outra idéia ou conceito, este também se modifica após a ancoragem, tornando-se mais abrangente e, portanto, mais apto a novas ancoragens. Sendo assim, a aprendizagem significativa é uma interação de idéias, as pré-existentes (subsunçores) e as novas.

Segundo Moreira (1999, p.13), Ausubel contraporia as idéias da aprendizagem significativa às idéias da aprendizagem mecânica (ou automática). Na aprendizagem mecânica as novas informações são aprendidas praticamente, sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nessa aprendizagem, a nova informação seria armazenada de forma literal e arbitrária. Essas duas formas de aprendizagem não seriam, para Ausubel, dicotômicas e sim, formariam um *continuum*. A aprendizagem significativa seria, em geral, precedida pela aprendizagem mecânica.

Outro ponto da teoria da aprendizagem significativa que merece destaque é a distinção que Ausubel faz entre a aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção. Para este autor, a forma como a aprendizagem se dá não interfere no resultado final da mesma. Assim, se o conteúdo é apresentado pronto ao aluno ou se ele constrói seu conhecimento, para Ausubel, isto não fará diferença. Isso ocorre porque, segundo Ausubel, o que importa é a forma como essa nova informação irá se ligar à estrutura cognitiva do aluno e não necessariamente como essa informação chega até o aprendiz. A aprendizagem por descoberta e a aprendizagem por recepção também não se constituem em dicotomia, podendo ser vistas como partes de uma mesma tarefa (AUSUBEL et al. (1980, p. 35)

Moreira (1999, p.20) destaca que :

[...] embora a aprendizagem receptiva seja, do ponto de vista dos processos psicológicos envolvidos, menos complexa do que a aprendizagem por descoberta, ela passa a predominar em um estágio mais avançado da maturidade cognitiva. A criança, em idade pré-escolar e, talvez durante os primeiros anos da escolarização, adquire conceitos e proposições por meio de um processo indutivo

baseado na experiência não verbal, concreta, empírica. Poder-se-ia dizer que, nessa fase, predomina a aprendizagem por descoberta, enquanto a aprendizagem por recepção passará a predominar somente quando a criança tiver alcançado um nível de maturidade cognitiva tal que possa compreender conceitos e preposições apresentados, verbalmente, na ausência de experiência empírico-concreta.

Quais as condições necessárias para que ocorra a aprendizagem significativa? Para Ausubel (apud MOREIRA, 1999, p.22), a essência do processo de aprendizagem significativa é que idéias simbolicamente expressas sejam relacionadas ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto da estrutura cognitiva do aprendiz. Para isso, é necessário que o material a ser aprendido seja relacionável, ou seja, incorporável à estrutura cognitiva do aprendiz. Esse material é dito potencialmente significativo.

Para afirmar que um material é potencialmente significativo, é preciso que se analise dois pontos: a natureza do material em si e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. Com relação ao material a ser ensinado na escola, este geralmente apresenta-se logicamente significativo. Porém, em relação à estrutura cognitiva, o conhecimento do aprendiz é inteiramente idiossincrático e apresenta significados sociais e denotativos que são compartilhados por diferentes indivíduos. Caso o aprendiz não demonstre disposição de se relacionar com o novo material de maneira substantiva e não arbitrária, ele apenas irá memorizar de forma mecânica o novo material.

Segundo Ausubel (apud MOREIRA, 1999 p.25), o resultado da interação que ocorre na aprendizagem significativa entre o novo material a ser aprendido e o subsunçor existente, é uma assimilação de antigos e novos significados, a qual contribui para a diferenciação dessa estrutura. O produto da assimilação do novo conceito ao antigo não é um processo que se completa ou termina após a aprendizagem significativa. No primeiro estágio deste processo, ocorre a ancoragem do novo conceito ao subsunçor (estrutura cognitiva do aprendiz). Neste estágio, as idéias ainda podem ser dissociadas. No segundo estágio, chamado de assimilação obliteradora, as idéias fundem-se tornando-se, aos poucos, indissociáveis, o resultado disso é um novo subsunçor modificado.

Pode-se afirmar que, para Ausubel, o desenvolvimento cognitivo é uma crescente diferenciação e integração de conceitos na estrutura cognitiva do aprendiz.

Moreira (1999 p.35) afirma que a estrutura cognitiva tende a uma organização hierárquica, ou seja, novos conceitos e proposições ficam subordinados a uma informação mais abrangente, mais inclusiva. Assim a emergência de novos significados conceituais ou proposicionais reflete, mais tipicamente uma subordinação do novo conhecimento a estrutura cognitiva. A aprendizagem neste caso é chamada de subordinada.

A aprendizagem subordinada pode ser *derivativa* quando o conceito a ser aprendido trata-se de um exemplo específico de um conceito presente na estrutura cognitiva, ou a aprendizagem subordinada pode ser *correlativa* quando o conceito a ser aprendido é uma elaboração de conceitos anteriores, o novo conceito não é apenas um exemplo, pois apresenta características próprias.

Quando o novo conceito a ser aprendido é mais abrangente que o subsunçor presente na estrutura cognitiva do aprendiz, essa aprendizagem é dita superordenada. Neste caso, o novo conceito passa a assimilar o subsunçor.

É possível afirmar que a estrutura cognitiva é, para Ausubel, uma estrutura caracterizada por um processo dinâmico, podendo ocorrer ora a aprendizagem subordinada ora a superordenada. O aprendiz pode estar aprendendo novos conceitos por subordinação e, ao mesmo tempo, estar fazendo superordenação.

Um aspecto relevante a ser discutido sobre a teoria da aprendizagem é que, ao contrário do que se possa pensar, dizer que o aprendiz teve uma aprendizagem significativa não é sinônimo de dizer que a aprendizagem foi correta. O aprendiz pode ter relacionado, de forma significativa, informações incorretas do ponto de vista da comunidade científica.

Conforme mencionado por Moreira (1999, p. 56), Novak faz uso da teoria da aprendizagem significativa para formular uma teoria mais humanista, que defende que a experiência afetiva que o aprendiz tem no evento educativo interfere sobremaneira, na sua aprendizagem. Outra preocupação de Novak foi com a formulação de uma maneira de facilitar a aprendizagem significativa.

Gowin, outro autor bastante conhecido por ter desenvolvido um instrumento facilitador da Aprendizagem Significativa, apresenta também uma visão pessoal da teoria da Aprendizagem Significativa, segundo a qual,

aprender de modo significativo envolve um compartilhar de significados constante entre professor e aluno, sempre com o intuito de aproximar os significados do aluno daqueles compartilhados pela comunidade científica.

Como já dissemos, nesse trabalho usaremos a Teoria da Aprendizagem Significativa como referencial para as atividades realizadas junto aos alunos-professores e, após tal realização, buscaremos indicativos da ocorrência dessa aprendizagem. Assim, os conhecimentos prévios dos alunos serão, neste trabalho, tratados como subsunçores. Entendemos aqui como subsunçores os conceitos ou proposições claros, estáveis, diferenciados, especialmente relevantes, presentes na estrutura cognitiva do aluno. Um dos objetivos desta pesquisa é buscar observar mudanças nos subsunçores, a partir da abordagem teórica-metodológica adotada.

1.2.1 O Vê Epistemológico ou Vê de Gowin

Ao utilizarmos a Aprendizagem Significativa como referencial teórico para aprendizagem, nos deparamos com alguns instrumentos chamados de “facilitadores da aprendizagem significativa”. Assim, adotamos um desses instrumentos como forma de organização das atividades desenvolvidas ao longo de nossa pesquisa, o Vê Epistemológico de Gowin.

Cada aluno, quando entra em uma sala de aula para aprender um assunto, é um ser único, que viveu, até aquele momento, uma seqüência de experiências únicas; isso faz com que sua estrutura cognitiva seja única, muito própria. Diante disso, sua aprendizagem será também um ato pessoal e idiossincrático (GOWIN, 1981, p. 48). Mas, como ajustar essa realidade à da sala de aula, em especial nas atividades experimentais nas aulas de ciências?

Vários são os autores que acreditam que o trabalho experimental pode surtir efeitos positivos no processo de ensino aprendizagem de ciências, principalmente no que se refere ao desenvolvimento de competências, atitudes e valores. No entanto, o uso do trabalho experimental só poderá atingir estes propósitos se for aplicado por professores preparados para realizarem um trabalho diferenciado, motivador e, principalmente, de forma verdadeiramente

investigativa. Hoje, o que tem ocorrido, na grande maioria das vezes, é um trabalho experimental que se realiza na forma de um livro de receitas (FONSECA; BARREIRAS ; VASCONCELOS, 2005, p. 2). Como fazer para contrariar esta tendência, para trabalhar com experimentos de forma a gerar discussões e permitir estabelecer pontes entre diferentes elementos? Um dos instrumentos didáticos que têm sido usados com sucesso é o Vê epistemológico ou Vê de Gowin. Para Valadares (2006 p. 4), o Vê epistemológico é um método que ajuda os estudantes a entenderem a estrutura do conhecimento e os modos como os seres humanos o produzem; é um esquema para “desempacotar” o conhecimento em qualquer campo particular de conhecimento.

O Vê do conhecimento, epistemológico ou heurístico foi criado por Gowin; seu objetivo era que ele fosse um instrumento para representar a aprendizagem significativa dos alunos como um processo individual de conhecimento. É um refinamento do método conhecido como “método das cinco perguntas” que Gowin preparou para registrar a aprendizagem significativa nas aulas experimentais.

As cinco questões que embasaram as idéias de Gowin (1981 p.37), quanto à construção do Vê epistemológico foram as seguintes :

- a) Qual a questão-foco? Essa questão diz respeito àquilo que a pesquisa pretende descobrir.
- b) Quais são os conceitos-chave? Quais os conceitos disciplinares que são necessários para se entender a pesquisa?
- c) Qual(is) é(são) o(s) método(s) usado(s) para responder à(s) questão(ões)-foco? Esses são métodos utilizados para obtenção e interpretação?
- d) Quais são as asserções de conhecimentos? Essas são as respostas dadas pelo pesquisador como respostas válidas às questões-foco?
- e) Quais são as asserções de valor? Essas são afirmativas explícitas ou implícitas sobre a qualidade ou valor do questionamento e as respostas encontradas no questionamento?

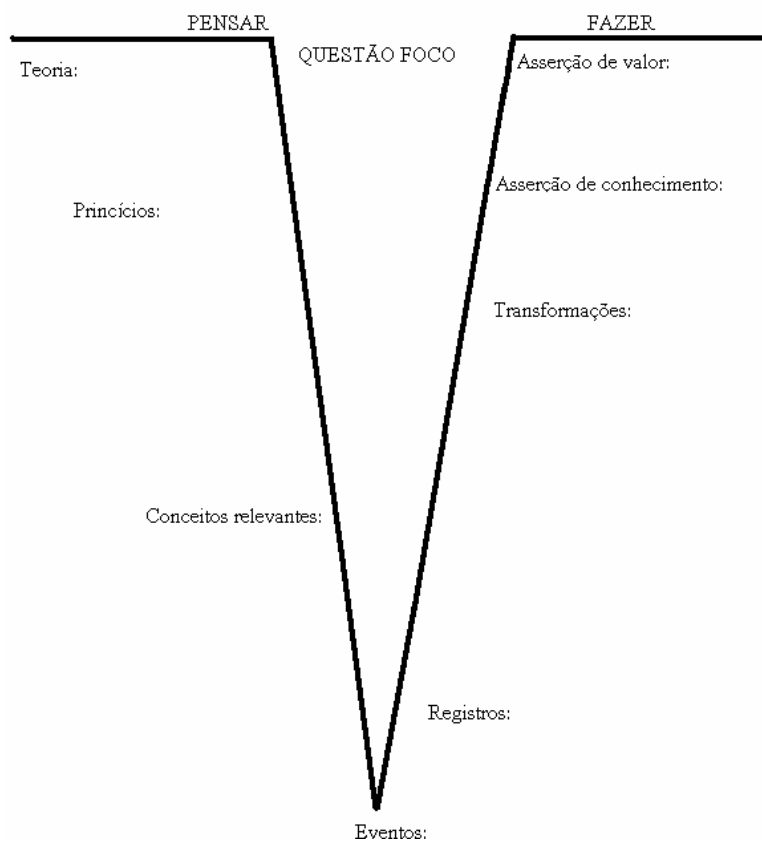
O Vê é um instrumento que apresenta a forma mesma de um V, o vértice da figura aponta para os acontecimentos e objetos que estão na base do conhecimento. O Vê Epistemológico é um instrumento indicado para ajudar

na organização de uma pesquisa, refletindo sobre os elementos que a constituem: a teoria, na qual está baseada a investigação – incluso, ai, os conceitos que se pretende trabalhar e a metodologia de pesquisa que se irá desenvolver. A parte esquerda do Vê corresponde à parte conceitual da pesquisa, às construções teóricas que se tem desenvolvido ao longo do tempo (conceitos, princípios, teorias). O lado direito do Vê constrói-se em função da investigação que se está promovendo; podemos dizer que é a parte metodológica da pesquisa. Neste lado, toma-se nota das transformações e observações que vão ocorrendo; constrói-se os gráficos, as tabelas, registram-se os dados observados. A Metodologia é a explicação detalhada e exata de toda ação desenvolvida no trajeto do trabalho de pesquisa. É a explicação do tipo de pesquisa, do instrumental utilizado (questionário, entrevista etc.), do tempo previsto, da equipe de pesquisadores e da divisão do trabalho, das formas de tabulação e tratamento dos dados, enfim, de tudo aquilo que se utilizou. Esses dados são reconstruções da experiência.

A produção de conhecimento começa com uma questão-foco que é respondida por meio da permanente interação entre o domínio conceitual e o domínio metodológico. No Vê, tudo começa com registros - sem bons registros, todo o Vê fica prejudicado e, conseqüentemente, toda a pesquisa.

No centro do Vê está a questão central, que norteia toda a investigação.

O Vê é uma prescrição pedagógica usada para representar o processo de produção do conhecimento, destacando a interação entre o pensar e o fazer, não esquecendo a relação que existe entre um e outro domínio. Observe no esquema abaixo, o modelo do Vê de Gowin.



Segundo Fonseca, Barreiras e Vasconcelos (2005, p. 3), trata-se de um instrumento heurístico para a análise da estrutura do processo de construção do conhecimento científico. Ainda segundo esses autores, o Vê de Gowin é um instrumento que permite e facilita aos alunos novas aprendizagens, conduzindo à mobilização dos conteúdos científicos aprendidos.

A construção do conhecimento científico é coerente com as idéias de Gowin subjacentes ao seu Vê epistemológico, ou seja: os grandes problemas a serem investigados são determinantes da escolha de acontecimentos em estudo, simultaneamente construídos; as grandes crenças acerca do mundo, as filosofias, as teorias e os conceitos tiveram um papel importante para deles extraírem registros e, por meio desses analisa-se os fatos observados de modo a formular juízos cognitivos (GOWIN, 1981, p. 34).

Uma estratégia preparada com base no Vê de Gowin é uma estratégia investigativa que leva o aluno, individualmente ou em grupo de trabalho cooperativo, à procura de respostas para problemas científicos traduzidos pelas questões foco. A estruturação do conhecimento do aluno resulta desta interação entre o pensamento do aluno (repleto de crenças, sentimentos) e os objetos, num processo dialógico, envolvendo componentes conceituais de um lado e metodológicos de outro (VALADARES,2005, p. 5).

Ao ser construído pelo aluno, não serve apenas de orientação ao seu trabalho, mas, também, permite uma avaliação superadora das dificuldades conceituais e metodológicas, podendo ser usado como instrumento de avaliação da aprendizagem significativa e como forma de auto regulação da aprendizagem (VALADARES,2005, p. 5).

1.2.2 Como usar o Vê epistemológico ?

Diante de uma situação problema, o aluno é incentivado a criar uma questão que traduza seu problema, essa questão é a questão-foco. Posteriormente, deve ser incentivado a esquematizar um evento (que pode ser um experimento, a leitura de um texto, a observação de um fenômeno, a análise de um problema, dentre outros) que possa realizar e deve, ainda, registrar suas concepções prévias, em especial, aquelas que ele julga apresentarem as condições necessárias para a resolução significativa de problema (componente conceitual). Ao aplicar a experimentação, o aluno recolhe os dados e os transforma em gráficos, tabelas, desenhos. Ao final, terá as respostas à questão-foco, na forma de juízos cognitivos. Para mostrar que conhece os significados das conclusões a que chegou, discute a resolução e as soluções, assumindo um ou mais juízos de valor (componente metodológico) (VALADARES,2005, p. 7). Não encontramos nenhum registro que especificasse tratem-se de valores cognitivos ou pessoais, porém nos exemplos que encontramos destacam-se ambos os valores. No trabalho que propusemos aos alunos não estabelecemos esta diferença, deixando livre se os valores registrados pelos alunos seriam de cunho cognitivo ou pessoal.

Para a aprendizagem do planejamento de investigações, é necessário que o aluno disponha de um plano-guia que oriente o seu trabalho, assim

como, uma explicitação simples da forma como pode transformar essa planificação no formato de Vê heurístico.

Inicialmente, o aluno constrói uma tabela que orienta seu trabalho até o momento do evento, por exemplo um experimento (caso seja uma atividade experimental). Posteriormente, ele executa o experimento e, de posse dos dados, constrói a segunda tabela. Os dados anotados pelo aluno nas duas tabelas servirão de direcionamento para o preenchimento do relatório final, na forma do Vê de Gowin. A seguir, apresentamos um quadro com os aspectos principais que consideramos que devem integrar o plano, os quais podem ser úteis como guia para este tipo de atividades. Uma vez realizada a experiência, os dados incluídos no quadro devem ser colocados no Vê heurístico, constituindo o relatório final da atividade.

TABELA 1 (Confeccionada antes do experimento, quando o aluno se depara com a situação problema)

Zona do Vê de Gowin	Plano guia para a investigação. Aspectos que devem estar presentes nas investigações	
Questão-foco	O problema	Qual o problema ou a questão que será investigado ?
Conhecimentos prévios (teorias, princípios, conceitos)	Conhecimentos anteriores (teorias, previsões)	Que conhecimentos você possui que podem ser úteis para resolver esse problema.
Acontecimentos e Objetos da pesquisa	Material e procedimento Básico	Que material será usado? Que procedimentos básicos serão seguidos?
Acontecimentos e Objetos da pesquisa	Procedimento detalhado e controle de variáveis	Que aspectos podem Influenciar a investigação Quais serão as variáveis?

Posteriormente, após a realização do experimento, ou da leitura, ou do trabalho de campo, enfim da atividade que foi realizada e que deve ser esquematizada fazendo-se uso do Vê Epistemológico de Gowin, o aluno construirá a segunda tabela, onde constarão as informações referentes à experimentação. É importante lembrar que o aluno irá construindo essa tabela, paralelamente à realização e à análise do experimento.

TABELA 2 (Confeccionada depois do experimento, quando o aluno se depara com os resultados)

Dados/registros/fatos	Observações e dados recolhidos	Dados em bruto, ainda sem terem sido trabalhados
Transformação dos dados	Explicitação dos dados	Explicitação dos dados na forma de tabelas, gráficos, cálculos, desenhos
Conclusões/ asserção de conhecimento e de valor	Conclusão e discussão da investigação	Qual a resposta da questão-foco ? De que forma foi encontrada ? Que podemos deduzir ?

Após a construção das duas tabelas, o aluno deve transportar os dados para o modelo esquemático do Vê, refletindo sobre a interação que foi encontrada entre o lado conceitual e o lado metodológico do Vê, a qual permitiu a resposta para a questão-foco.

O Vê de Gowin (Construído com os dados das tabelas 1 e 2)

1.2.3 Alfabetização científica

Quando nos referimos à necessidade de trabalhar nas escolas e, em especial, nas aulas de ciências, com um enfoque que vai além da memorização de números, fórmulas e fatos, que não se relacionam com a vida diária dos educandos, estamos retomando a necessidade de uma educação que, de fato, promova a inclusão de nossas crianças e jovens no mundo das ciências. Pretendemos, então, uma educação científica que leve os jovens a um entendimento que vai além de conceitos, que busque o conhecimento da natureza da ciência, suas dimensões culturais e implicações sociais, a compreensão das conexões entre ciência, tecnologia e sociedade, como também da aplicação da ciência no dia a dia.

Essa forma de trabalho pedagógico apresenta inúmeros problemas interessantes. Podemos iniciar abordando um que nos parece fundamental à essa discussão: que nome daremos a essa forma de trabalho, nas disciplinas científicas? Que nomenclatura deve ser usada para designar essa forma de trabalho que tem por objetivo salientar a necessidade constante de atitudes críticas frente ao mundo em que se vive?

A UNESCO, ao se posicionar sobre essa questão, afirma que:

A educação científica, em todos os níveis e sem discriminação, é requisito fundamental para a democracia. Igualdade no acesso à ciência não é somente uma exigência social e ética: é uma necessidade para a realização plena do potencial intelectual do homem. (UNESCO, 2000, p. grifo nosso)

Podemos observar que, neste texto, aparece a nomenclatura “educação científica”. No nosso entendimento, porém, as especificidades que se necessita abranger ao se referir ao ensino de ciências em países em desenvolvimento, como o Brasil por exemplo, vão além da “educação científica”. Assim, acreditamos que esse termo não é apropriado com o que necessitamos. Outros textos têm atribuído à expressão “alfabetização científica” diferentes significados e papéis (MATTHEWS 1995; FOURÉZ, 1995; AULER; DELIZOICOV, 2001; LORENZETTI ; DELIZOICOV, 2001; CHASSOT, 2003 ; DÍAZ et al., 2003). Aqui , pretendemos refletir sobre algumas

destas conceituações para designar o que acreditamos ser essa forma de trabalho. Nas palavras de Fouréz (1995):

[...] usa-se a expressão “alfabetização científica” para explicar a necessidade que esse tipo de saberes, capacidades e competências que no mundo técnico científico em que vivemos corresponderá ao que foi a alfabetização no século passado (FOURÉZ, 1995, p.17).

Outros autores, entretanto, dentre eles podemos citar El-Hani e Bizzo (2002) apontam para um interessante contraponto na utilização desta expressão “alfabetização científica”. Segundo os autores, é preciso ter cuidado na sua utilização, uma vez que, existem importantes diferenças entre o processo de alfabetização propriamente dito e o processo de alfabetização científica.

Quando uma pessoa se alfabetiza numa linguagem, ela aprende a ler e escrever numa linguagem que ela já fala. No caso da educação científica, a situação é diferente, visto que os aprendizes não falam, na grande maioria dos casos, qualquer linguagem científica. De uma só tacada, eles devem aprender a pensar, falar, ler e escrever numa outra linguagem, que traz consigo uma maneira particular de ver o mundo (EL-HANI ; BIZZO ,2002, p.15).

Assim, segundo esses autores, o que está sendo definido como alfabetização científica se assemelharia, em grande parte para o educando, ao aprendizado de uma segunda língua.

Outro ponto que merece ser destacado em relação à expressão “alfabetização científica” é apresentado por Matthews (1993) ao destacar que essa expressão pode ser entendida apenas em uma visão econômica, por meio da qual um indivíduo alfabetizado cientificamente serviria apenas para formar um melhor consumidor ou para a formação de recursos humanos para melhorar a competitividade dos países. Outros autores usam a expressão “letramento científico” para se referir a esse processo. Essa expressão ganhou a mídia durante a divulgação do Relatório Pisa/2000-03. O PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos) é um programa internacional de avaliação comparada, cuja principal finalidade é produzir indicadores sobre a efetividade dos sistemas educacionais, avaliando o desempenho de alunos na faixa dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países.

Esse programa é desenvolvido e coordenado, internacionalmente, pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), havendo, em cada país participante, uma coordenação nacional. No Brasil, o PISA é coordenado pelo Inep – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais “Anísio Teixeira”. A avaliação do PISA visa a quantificar o domínio de conhecimentos científicos básicos, que fazem parte do currículo das escolas, examinando, também, a capacidade dos alunos para analisar, raciocinar e refletir ativamente sobre seus conhecimentos e experiências, enfocando competências que serão relevantes para suas vidas futuras. Segundo relatório apresentado pelo INEP (BRASIL, 2004, p.12) :”O PISA pretende avaliar o letramento em Leitura, Matemática e Ciências. O termo *letramento* foi escolhido para refletir a amplitude dos conhecimentos, habilidades e competências que estão sendo avaliados.”

Qual seria a diferença entre alfabetização científica e letramento científico? Usaremos a definição de Lorenzetti e Delizoicov (2001 p. 8), que assinalam que para poder diferenciar esses dois conceitos é necessário buscar as suas origens, ou seja, o conceito original de alfabetização e o de letramento. Assim, os autores usam a definição de Soares (1985 p. 21 apud Lorenzetti e Delizoicov, 2001 p.8) para alfabetização e para letramento. Alfabetização pode se definido como “processo de representação de fonemas em grafemas e vice versa, mas é também um processo de compreensão/expressão de significados através do código escrito”, enquanto que letramento pode ser definido como “ o resultado da ação de ensinar ou de aprender a ler e escrever; o estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita.” Segundo Lorenzetti e Delizoicov (2001, p.8), podemos afirmar que letramento é o uso que as pessoas fazem da leitura e da escrita em um contexto social. Concordamos com os autores ao afirmarem que a conceituação de letramento transcende a de alfabetização e , portanto, para o nível que pretendemos focar, o termo a ser usado é “alfabetização científica”.

Para esse trabalho usaremos, então, a expressão “alfabetização científica e tecnológica” para nos referirmos ao que pretendemos trabalhar, primeiro por comungar com a definição oferecida por Fouréz (1995) e, principalmente, por entender que a expressão é o oposto de outra,

“analfabetismo científico” muito usada na mídia e que reflete a situação da maioria dos alunos brasileiros hoje.

Feitas essas considerações, acreditamos que é importante, também, definir qual o exato sentido da expressão “alfabetização científica” neste trabalho. O que significa dizer que alguém está alfabetizado, do ponto de vista científico? Usaremos a definição proposta por Fouréz (1995), segundo o qual, uma pessoa está alfabetizada científica e tecnologicamente quando é capaz de:

- utilizar conceitos científicos e integrar valores e saberes para tomar decisões responsáveis em sua vida;
- compreender que a sociedade exerce um controle sobre a ciência e as tecnologias, assim como a ciência e a tecnologia influenciam a sociedade;
- compreender que a sociedade controla a ciência e as tecnologias, na medida em que as subsidia financeiramente;
- reconhecer tanto os limites quanto as possibilidades da ciência e da tecnologia para o progresso e o bem estar humano;
- conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e aplicá-los;
- apreciar a ciência e as tecnologias pelo estímulo intelectual que proporcionam;
- compreender que a produção de saberes científicos depende de processos de investigação e de conceitos teóricos;
- reconhecer a diferença entre resultados científicos e opiniões pessoais;
- reconhecer a origem da ciência e compreender que o saber científico é provisório e sujeito a mudanças;
- compreender as aplicações das tecnologias e as implicações de sua utilizações;
- possuir uma visão de mundo mais rica e mais interessante;
- conhecer as fontes válidas de informações científicas e tecnológicas e recorrer a elas quando necessitar tomar uma decisão;
- ter uma certa noção de como a ciência e as tecnologias foram produzidas ao longo da história.

Defendemos aqui, não uma posição científicista, na qual a ciência é colocada acima da cultura, mas o desenvolvimento de uma cultura científica, sem contudo anular a visão prévia de mundo das pessoas, que é possível e desejável.

Assim, embora conhecedores das implicações, nos parece possível usar a definição de Lorenzetti e Delizoicov :

[...] *alfabetização científica* é um processo que torna o indivíduo alfabetizado cientificamente nos assuntos que envolvem a Ciência e a Tecnologia, ultrapassando a mera reprodução de conceitos, destituídos de significados, de sentidos e de aplicabilidade (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 4 – grifo nosso).

1.2.4 A alfabetização científica nas séries iniciais do ensino fundamental

Tendo anteriormente posto a definição do que adotamos como alfabetização científica e considerando que não estamos defendendo a substituição pura e simples das idéias dos alunos pelos conceitos cientificamente aceitos, deparamo-nos com outra questão importante específica, pois este trabalho tem por objetivo discutir alfabetização científica com estudantes do curso de Pedagogia. A maioria desses alunos já trabalha com alunos das séries iniciais. Assim, outro ponto a destacar é a possibilidade do desenvolvimento de uma alfabetização científica junto aos alunos das séries iniciais, em especial, no 1º. Ciclo, quando muitos deles ainda não dominam o código escrito.

Para resolver esta questão, apoiar-nos-emos no trabalho de Shen (1975, p.265), que distingue três noções de alfabetização científica: a “prática”, a “cívica” e a “cultural”, as quais se embasam não só em seus objetivos, mas consideram, também, o público alvo foco de nosso trabalho.

Segundo Lorenzetti e Delizoicov (2001, p.4), a alfabetização científica prática pode ser definida como aquela que contribui para a superação da situação de analfabetismo científico em que a grande maioria da população vive. Assim, essa alfabetização tornaria o indivíduo apto a resolver, de forma

imediatamente, problemas básicos que afetam a sua vida, devendo proporcionar às pessoas “um conhecimento científico e técnico que pode ser posto em uso imediatamente, para ajudar a melhorar os padrões de vida”. Essa alfabetização está relacionada às necessidades humanas mais básicas, não sendo exigido, para isso, que se saiba ler ou escrever.

Conforme avançamos a idade e a série em que o aluno se encontra, poderíamos ampliar as formas de alfabetização científica das quais ele tem condições de se apropriar. A alfabetização científica cívica seria, segundo Lorenzetti e Delizoicov (2001 p.4), a que torna o cidadão mais atento para a ciência e seus problemas, de modo que ele possa tomar decisões pautado em um maior número de informações. Isso faz parte de um processo que busca tornar democrática uma sociedade tecnológica. Essa forma de alfabetização, segundo Shen (1975, p. 266), é mais demorada e exige mais esforço que a alfabetização prática, bem como, um maior grau de elaboração cognitiva e intelectual.

A alfabetização científica cultural exige, segundo Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 5) uma elaboração cognitiva e intelectual ainda maior, estando ligada a pessoas de outras áreas que não as científicas, que passam a se interessar por algum assunto específico das ciências e a buscar meios de aprofundar seus conhecimentos. Na visão de Shen (1975, p. 267), é a alfabetização científica motivada pelo desejo de saber algo sobre ciência. Essa forma de alfabetização, segundo o autor, não resolve nenhum problema prático, mas ajuda a abrir caminhos para a cultura científica.

Assim, nesta pesquisa, investigamos uma proposta de formação de professores para as Séries Iniciais do Ensino Fundamental, para o trabalho docente com a disciplina de ciências. Essa investigação apresenta uma abordagem que encontra-se pautada no uso da História da Ciência e na Teoria da Aprendizagem Significativa e está subsidiada pelo uso de atividades experimentais. As atividades experimentais, por sua vez, foram pensadas tendo como base a reconstrução histórica e serão registradas por meio de um instrumento didático pedagógico, o Vê Epistemológico de Gowin.

1.2.5 Atividades experimentais e sua importância para o aprendizado de Ciências

Não existe, em geral, uma relação equilibrada entre a teoria e a prática no que diz respeito ao ensino de ciências. Alguns autores, dentre eles Valadares (2006, p. 8), destacam este como um dos prováveis motivos para o insucesso que se tem observado na construção do conhecimento científico entre crianças e jovens.

As atividades experimentais têm sido menosprezadas nas salas de aula por inúmeros fatores, que vão desde a falta de preparo do professor até a falta de condições para a execução das mesmas. Basta lembrar que, legalmente, a obrigatoriedade de laboratórios para o trabalho com Ciências só existe para as escolas de Ensino Médio. Diante disso, os alunos do Ensino Fundamental perdem a oportunidade de trabalhar com atividades laboratoriais.

Não é objeto de discussão deste trabalho os motivos para esses fatos; as discussões aqui se deterão no âmbito da importância dessas atividades para crianças desde a mais tenra idade.

Consideramos importante, inicialmente, proceder a uma distinção entre alguns termos que são cotidianamente usados como sinônimos e que, no entanto, apresentam-se bastante distintos. Os termos atividades práticas, atividades laboratoriais, trabalho de campo e atividade experimental são, por vezes, usados com diferentes significados. Por isso, para este trabalho, optamos por defini-los. Usaremos, para isso, a definição de Dourado (2001) apud Valadares (2006, p. 9). Segundo este autor, atividade prática pode ser definida como qualquer atividade em que os alunos se envolvem ativamente nos domínios cognitivos, afetivos ou psicomotor. Neste conceito, estariam incluídos, portanto, as atividades laboratoriais e os trabalhos de campo. O trabalho laboratorial é definido como o trabalho prático que ocorre dentro do laboratório ou em sala de aula, com o auxílio de materiais de laboratório. Vale ressaltar que devem ser criadas as devidas condições de segurança para que os alunos manipulem esses materiais. O trabalho de campo é aquele que ocorre no campo, carecendo, muitas vezes, de materiais de laboratório. Os trabalhos experimentais são definidos como aqueles que requerem a

manipulação e o controle de variáveis, conforme usado em pesquisas científicas.

Na prática de sala de aula e, conseqüentemente neste trabalho, as atividades experimentais não correspondem, necessariamente, ao rigor metodológico dos trabalhos experimentais. Este termo tem, portanto, um caráter mais geral, dizendo respeito às atividades experimentais, com maior ou menor rigor metodológico, que são realizadas pelos alunos em sala de aula, no laboratório ou em campo.

Conforme já foi dito, as atividades experimentais podem auxiliar no desenvolvimento de inúmeras capacidades. Trowbridge e Bybee (1990) apud Valadares (2006) classificam essas capacidades da seguinte maneira :

A- Capacidades aquisitivas

- 1- Ouvir : ser atento, estar alerta, questionar.
- 2- Observar : ser preciso, sistemático, atento.
- 3- Pesquisar : localizar fontes, utilizar variadas fontes, ser auto-confiante, adquirir capacidades de consulta bibliográfica.
- 4- Inquirir : perguntar, intervir, corresponder.
- 5- Investigar : ler informações, formular problemas.
- 6- Recolher dados : tabular, organizar, classificar, registrar.
- 7- Pesquisar : localizar um problema, estabelecer experiências, conceber conclusões.

B- Capacidades organizacionais

- 1- Registrar : construir tabelas e mapas, trabalhar com regularidades, efetuar registros completos.
- 2- Comparar : verificar em que as coisas se assemelham, procurar similaridades, notar aspectos idênticos.
- 3- Contrastar : verificar em que as coisas diferem, procurar diferenças, notar aspectos distintos.
- 4- Classificar : colocar as coisas em grupos os sub-grupos, identificar categorias, decidir entre alternativas.
- 5- Organizar : por os itens em ordem, estabelecer sistemas, preencher, rotular, arranjar.
- 6- Planificar : empregar títulos e subtítulos, usar seqüência e organização lógica.
- 7- Rever : destacar itens importantes, memorizar, associar.
- 8- Avaliar : reconhecer aspectos bons e maus, conhecer como melhorar.
- 9- Analisar : ver implicações e relações, destacar causas e efeitos, localizar novos problemas.

C- Capacidades criativas

1- Desenvolver planos : ver saídas possíveis, modos de ataque, estabelecer hipóteses.

2- Arquitetar : conceber novos problemas, novas abordagens, novos utensílios ou sistemas.

3- Inventar : criar um método, utensílio ou sistema.

4- Sintetizar: Juntar as coisas similares em novos arranjos, hibridizar, associar.

D- Capacidades manipulativas

1- Usar instrumentos : conhecer as partes dos instrumentos, como funcionam, como se ajustam, o seu uso adequado a dadas tarefas, as suas limitações.

2- Cuidar dos instrumentos : saber como se guardam, usar as montagens adequadas, mantê-los limpos, manejá-los de modo adequado, respeitar as suas capacidades, transportá-los.

3- Demonstrar : montar aparelhos, fazê-los funcionar, descrever as suas partes e funções, ilustrar princípios científicos.

4- Experimentar : reconhecer um problema, planificar um procedimento, recolher dados, registrar dados, analisar dados, formular conclusões.

5- Reparar : consertar e manter os equipamentos e instrumentos.

6- Construir : produzir equipamentos simples para demonstração e experimentação.

7- Calibrar : aprender informações básicas acerca da calibração, calibrar termômetros, balanças, cronômetros ou outros instrumentos.

E- Capacidades de comunicação

1- Questionar : aprender a formular boas questões, ser seletivo no perguntar.

2- Discutir : aprender a contribuir com idéias próprias, escutar as idéias dos outros, sustentar os tópicos, partilhar o tempo disponível de modo equitativos, atingir conclusões.

3- Explicar : descrever para os outros com clareza, clarificar os aspectos principais, mostrar paciência, estar disposto a repetir.

4- Relatar : descrever oralmente para a turma ou para o professor, de uma forma sintética, o material significativo nos diversos tópicos.

5- Escrever : escrever relatórios das experiências ou demonstrações de forma detalhada inclusive com implicações para futuros trabalhos.

6- Criticar : criticar construtivamente ou avaliar trabalhos, procedimentos realizados ou conclusões.

7- Construir gráficos : por em forma gráfica os resultados de estudos experimentais, ser capaz de interpretar os gráficos para outras pessoas.

8- Ensinar : após a familiarização com um tópico, ser capaz de o ensinar aos colegas de modo a não ter de ser novamente ensinado pelo professor

Embora Trowbridge e Bybee (1990) não tenham a preocupação de levantar também o desenvolvimento das capacidades afetivas e sociais, parece bastante evidente a importância das atividades experimentais, se nos basearmos nestes autores. Porém, um ponto que merece destaque é a forma como essas atividades devem acontecer para que se possa, ainda que em parte, atingir esses objetivos.

Podemos observar que os objetivos propostos para as atividades experimentais partem de uma concepção construtivista. Essa concepção baseia-se em uma mudança na visão da ciência, antes vista como constituída de fatos acabados e prontos, para uma visão de ciência como processo, construída pelo homem e, portanto, falível, dinâmica, sempre em constante devir. O ensino de Ciências, nesta concepção, parte do pressuposto de que o aluno constrói o seu conhecimento.

Acreditamos ser necessário uma melhor definição do que estamos entendendo neste trabalho por construção de conhecimento pelo aluno, em função da polissemia deste conceito. Defendemos aqui uma perspectiva construtivista, nos moldes propostos por Laburú, Carvalho e Batista (2001) e posteriormente por Laburú e Carvalho (2005), ou seja, um construtivismo não radical, que procura inserir o aprendiz em um processo que faça com que ele justifique argumentos, debata, analise, compare idéias, desenvolva um pensamento crítico, enfim, que tenha um crescimento intelectual autônomo. Para isso, defendemos, ainda conforme os autores, que o meio metodológico fomentado pelo professor, seja rico e variado, inclusive com o uso de atividades experimentais desde as séries iniciais.

Nas salas de aula, contudo, as atividades experimentais, segundo Pérez e Gonzáles (1992) apud Valadares (2006, p. 6), não tem atingido esses objetivos em virtude de inúmeros equívocos, dentre eles os autores destacam: o modelo de transmissão de conhecimentos que predomina nas escolas e que faz com que os trabalhos práticos sejam meras experiências de ilustração e verificação; a atividade docente não assume uma postura inovadora e crítica; as aulas teóricas, a resolução de problemas e as atividades práticas são apresentadas separadamente, o que favorece a realização de atividades experimentais “rotineiras”, ou seja, atividades experimentais nas quais não se pretende abordar problemas que possam, eventualmente, surgir durante a aula

teórica, o que limita grandemente o seu valor educativo; e, por último, os autores enfocam que persiste nas escolas uma visão desajustada e ultrapassada do trabalho científico, que se baseia, na maioria dos casos, na idéia meramente verificacionista de “método científico”.

Neste trabalho, defendemos a realização de atividades experimentais que, de fato, levem o aluno a uma aprendizagem significativa. Para isso, discutimos, anteriormente, a utilização de Vê de Gowin, também chamado de Vê epistemológico, Vê do conhecimento ou Vê heurístico. Este instrumento, como vimos, pode auxiliar os alunos nas tarefas experimentais realizadas em sala, no laboratório ou em campo. Esse método proposto por Gowin, baseia-se na seqüência do método das cinco perguntas, também desenvolvidas por este autor. A atividade experimental desenvolvida nesses moldes leva o aluno a refletir sobre a construção do conhecimento. Mas só resultará em uma estratégia válida para a melhoria da qualidade do ensino de ciências, se for adaptada para estratégias construtivistas e investigativas, o que pode ser conseguido, ao menos em parte, pelo uso do Vê epistemológico.

Mesmo tendo em conta que a experimentação nas escolas, em especial nas escolas de ensino fundamental e médio, é apenas uma aproximação da investigação científica, é necessário que essas experimentações sejam orientadas pelo professor. Para tanto, necessitamos de professores que possam conduzir o processo de aprendizagem dos alunos também a partir de experimentações.

1.2.6 A transposição didática

Ao realizar a reconstrução histórica dos processos que envolveram a descoberta dos conceitos relativos à germinação da semente, percebemos que o trabalho, em sala, com a transcrição literal de todos os eventos não seria possível e nem mesmo desejável, do ponto de vista da aprendizagem que esperávamos desenvolver. Diante disso, buscamos na transposição didática, subsídios para justificar os recortes que foram realizados ao se efetivar a reconstrução histórica com os alunos, em sala de aula.

A idéia de que o conhecimento necessita sofrer transformações para poder ser ensinado é unânime nos meios educacionais. Segundo Marandino

(2004, p. 96) essa idéia surge com Comenius, com a criação da Didática. A transposição didática, no sentido aqui tratado, foi empregada inicialmente por Michel Verret, em 1975. Verret, por sua vez, inspira-se em Bachelard.

Chevallard (1991) afirma que a manipulação transpositiva dos saberes é condição *sine qua non* para o funcionamento das sociedades, ou seja, é essencial que o conhecimento a ser ensinado sofra modificações que o separam do saber dos pesquisadores, o chamado saber sábio.

Um conteúdo do saber que tenha sido definido como saber a ensinar sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os *objetos de ensino*. O trabalho que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado por Chevallard de *transposição didática* (CHEVALLARD, 1991, p. 12).

Ainda de acordo com Chevallard (1991), o sistema de ensino preocupou-se durante muito tempo, apenas com a relação professor aluno, sendo que o saber escolar não era pensado como um problema. A transposição didática pretende deslocar essa observação, da relação professor-aluno, para o saber escolar. Esse passaria a ser o foco da observação. Todo o pensamento sobre o sistema de ensino seria pensado sob este prisma.

Desta forma, Chevallard (1991 p. 45) situa o saber, desde a sua criação até o momento em que ele é ensinado em sala de aula, em três momentos que, segundo o autor, podem ser nomeadas como: saber sábio, saber a ensinar e saber ensinado.

O saber sábio seria o resultado da produção dos cientistas e pesquisadores. Esse saber, ao ser transformado pelos livros didáticos e modelos teóricos, recebe uma forma didática para ser apresentado ao estudante. Esse é o saber a ensinar. A última instância do saber, o saber ensinado, é o que se encontra no registro do professor, no seu trabalho em sala de aula com seus alunos.

Quais seriam, então, os passos que o conhecimento, chamado por Chevallard de saber sábio, deveria passar para poder se tornar um saber a ser ensinado?

Serão apresentados, a seguir, alguns pontos relativos à teoria da transposição didática de Chevallard, no que tange aos processos que o saber sábio deve ser passível de sofrer para poder torna-se saber a ser ensinado.

Esse processo de transformação, segundo Alves Filho (2000 p. 182), não se realizou aleatoriamente. Chevallard e Joshua, em 1982, teriam estabelecido algumas diretrizes que nortearam esta transformação. Essas diretrizes, ainda segundo Alves Filho (2000 p. 182), foram concebidas com o intuito de facilitar a análise dos diferentes saberes. Podem ser enunciadas da seguinte forma :

- Modernizar o saber escolar: a modernização se faz necessária, pois o desenvolvimento e o crescimento da produção científica são intensos. Novas teorias, modelos e interpretações científicas e tecnológicas forçam a inclusão desses novos conhecimentos nos programas.

- Atualizar o saber a ensinar: saberes ou conhecimentos específicos, que, de certa forma, já se vulgarizaram ou banalizaram, podem ser descartados, abrindo espaço para a introdução do novo, justificando a modernização dos currículos.

- Articular saber “velho” com “saber” novo: a introdução de objetos de saber “novos” ocorre melhor se estes foram articulados com os antigos. O novo se apresenta como que esclarecendo melhor o conteúdo antigo, e o antigo hipotecando validade ao novo.

- Transformar um saber em exercícios e problemas: o saber sábio, cuja formatação permite uma gama maior de exercícios, é aquele que terá preferência frente a conteúdos menos “operacionalizáveis”. Esta regra talvez seja a regra mais importante, pois está diretamente relacionada com o processo de avaliação e controle de aprendizagem.

- Tornar um conceito mais compreensível: conceitos e definições construídos no processo de produção de novos saberes elaborados, muitas vezes, com grau de complexidade significativo, necessitam sofrer uma transformação para que seu aprendizado seja facilitado no contexto escolar.

Em sua obra, Chevallard (1991 p. 28), aponta para a organização do sistema de ensino. No centro deste processo, encontra-se o sistema de ensino, instância em que ocorre o processo didático, que é formado pelo estudante, pelo professor e pelo saber. O sistema de ensino é cercado pela noosfera, que

é formada pelas pessoas que estão envolvidas nesse sistema, pais, professores, especialistas. Essa noosfera é a responsável pela manipulação do saber. É onde ocorre a transposição didática. Ao redor da noosfera, encontra-se o entorno, que é formado pela sociedade em geral.

Astolfi e Develay (1991), em seu livro **a Didática da Ciência**, divulgam no Brasil o conceito de Transposição Didática, propondo sua sistematização e apontando para outros possíveis determinantes, não destacados por Chevallard, que pesariam sobre a transposição didática, seriam eles: as práticas sociais, os níveis de formulação de um conceito e as tramas conceituais.

O que Chevallard chama de noosfera e o entorno, a sociedade em geral, passa a ser levado em conta com mais ênfase em novos modelos de transposição didática.

Marandino (2004) destaca que trabalhos mais recentes nesta área apontam para a idéia de que a cultura escolar levaria a uma “reconstrução” dos conhecimentos, existindo mesmo uma “ciência escolar” com uma epistemologia própria. Outros trabalhos apresentam críticas à teoria da transposição didática discutindo, em especial a validade e a amplitude desta teoria. Destacaremos, dentro desta discussão, o modelo de Pierre Clément, modelo *KVP* (*K*-knowledge, *V* – values; *P* - social practices) que destaca conceitos como interações entre o conhecimento científico, valores e práticas sociais.

Segundo Clément (2006), o modelo *KVP* foi construído a partir de pesquisas para analisar os conceitos não somente dos aprendizes-alunos, mas também os conceitos dos pesquisadores, professores, e dos agentes do sistema educacional. Em todos esses casos, os conceitos são analisados como interações entre conhecimento científico (*K*), valores (*V*) e prática social (*P*).

Segundo Clément (2006), Chevallard propôs apenas 3 passos para a transposição didática: Conhecimento Científico → Conhecimento a ser ensinado → Conhecimento Ensinado. A transposição didática proposta pelo modelo *KVP* se difere deste por vários motivos, dentre os quais o autor destaca que para o modelo *KVP* as referências não são apenas o conhecimento científico, mas também as práticas dos aprendizes e dos professores. Outro ponto destacado por Clément (2006) é que o número de passos no modelo de transposição didática *KVP* é mais complexo que três passos. Segundo o autor,

o plano de ensino do professor não é escrito diretamente a partir das publicações científicas primárias e originais, mas sim a partir de obras / estudos científicos e outros níveis de popularização das ciências. Os livros didáticos das escolas e os professores usam tais documentos variados de popularização das ciências a partir de revistas científicas, como também da internet, TV, etc. Ou seja, o conhecimento científico (saber sábio de Chevallard) não seria diretamente transposto ao saber a ser ensinado.

E o que, segundo Clément (2006), é mais importante, Chevallard pede uma abordagem antropológica que não precise analisar os conceitos dos distintos agentes. Para Clément (2006), a análise dos conceitos dos agentes envolvidos em qualquer nível de transposição didática pode ser muito útil no entendimento do processo da transposição didática. Conseqüentemente, o autor sugere que existem conceitos específicos (KVP) em todos os seis níveis de transposição proposto por ele.

Clément (2006) acrescenta ainda que a dimensão afetiva e também a dimensão sociocultural desempenham um papel importante no tocante à explicação do porquê e como esses tópicos são (ou não) ensinados.

É possível inferir, baseado no modelo de transposição didática proposto por Clément que as construções de conhecimento de cada indivíduo são fruto da interação do conhecimento científico, aliado aos valores e as práticas sociais deste indivíduo.

Embora tenhamos clareza da maior abrangência deste modelo, em nosso trabalho a transposição didática nos moldes propostos por Chevallard foi uma escolha metodológica. Ao realizarmos a transposição didática dos elementos encontrados na reconstrução histórica da construção dos conceitos que envolvem a germinação da semente, conforme apresentaremos em nossa abordagem, nos concentramos principalmente nas questões relativas à transposição do conhecimento científico no saber a ser ensinado. Neste recorte realizado para a pesquisa, não consideramos de forma efetiva os valores e a prática social dos atores envolvidos neste processo, embora tenhamos consciência de sua importância.

1.3 O Uso da História da Ciência na Sala de Aula

O papel da disciplina de Ciências no Ensino Fundamental é, a nosso ver, o de colaborar para a compreensão do mundo e de suas transformações, situando o aluno como indivíduo participativo e integrante do espaço e do tempo em que vive.

Tradicionalmente, o ensino de Ciências ministrado em nossas escolas é apresentado como matéria descritiva, muitas vezes, com ênfase em definições resumidas, em classificações que não fazem sentido aos olhos dos alunos e em termos técnicos que dificultam a interpretação do fenômeno. Enfim, o conhecimento científico trabalhado em sala acaba se restringindo a um conjunto de dados isolados e estanques.

Para superar esse tipo de ensino, é preciso compreender o processo histórico em que se dá a evolução e a elaboração de conceitos científicos; é preciso compreender que existe um vínculo entre a realidade e o conhecimento científico que está sendo trabalhado. Para isso, acreditamos que um resgate histórico dos conhecimentos científicos acumulados pela humanidade ao longo do tempo se faz necessário.

A importância da História das Ciências para a formação científica de qualidade vem sendo amplamente defendida. Muitos são os trabalhos que apontam para as contribuições deste enfoque, dentre eles, apontamos MATTHEWS, 1995; SNOW, 1995; PEDUZZI, 1998; OSTERMANN, 2000; TEIXEIRA; EL-HANI ; FREIRE Jr., 2001; FREIRE Jr., 2002; PATY, 2002; TEIXEIRA, 2003; BATISTA, 2004; MASSONI,2005; DELIZOICOV, 2006. Estes trabalhos apresentam, principalmente, discussões no que se refere à formação de professores para a Educação Básica. Freire Jr. (2002) afirma, porém, que o aumento do volume de pesquisas nessa área, no Brasil, não se reflete em experiências práticas realizadas. Mesmo com trabalhos de inserção de História das Ciências no ensino e com a produção de material didático (PEDUZZI, 1998, ROCHA, 2002), essas experiências não têm chegado às salas de aula do Ensino Fundamental, em especial às séries iniciais. A História da Ciência apresenta uma visão a respeito da natureza do conhecimento científico que, geralmente, não é encontrada em nossas aulas ou mesmo nos livros didáticos que comumente adotamos. Os livros didáticos e nossas aulas, geralmente,

ênfatizam os resultados aos quais a ciência chegou, as teoria e conceitos que aceitamos hoje, mas não apresentam outro importante aspecto da ciência: De que modo ocorre a construção dos conceitos científicos? Como os cientistas trabalham? Que idéias eram aceitas no passado e não são nos dias atuais? Segundo Martins (2006, p. 17), essas são algumas das questões com as quais a ciência trabalhada hoje, mas que não chegam à sala de aula. A visão apresentada pelos livros didáticos não se propõe a responder essas questões. Porém, se fossem tratadas de forma correta, poderiam mudar para melhor o foco das aulas de ciências nas escolas.

As discussões acerca do uso da História da Ciência para os trabalhos com ensino de Ciências não são recentes. Segundo Matthews (1995), essa discussão tem seu início no final do século XIX, com Ernst Mach (1838-1916), físico e filósofo austríaco, cujo trabalho teve grande influência sobre o pensamento do século XX. Mach defendia uma abordagem histórico-filosófica para o ensino de ciências nas escolas; ele depositava grande confiança no que ele chamava de "*instrução histórica competente*". Seus principais textos didáticos sobre Mecânica (1883), Calor (1869) e Ótica (1922) seguem essa orientação. Mais tarde, já no século XX, Pierre Duhem (1861-1916) também se levantou em defesa do que ele chamava de método histórico no ensino de Física.

Essa discussão continua a ganhar força em meados da década de 1950, com a colaboração de James B. Conant, então presidente da Universidade de Harvard, quando estudos de casos históricos da ciência foram introduzidos na educação geral universitária. Conant acreditava que o entendimento da natureza da ciência seria facilitado ao se estudar como ela se desenvolveu em seus estágios iniciais, dados obtidos na História da Ciência. Durante os anos 1960, um importante projeto voltado para o ensino de Física é desenvolvido em Harvard sob a liderança de Rutherford, Holton e Watson (*The Project Physics Course*), sendo um esforço significativo no sentido de incorporar a História da Ciência ao ensino desta disciplina.

Muitas outras discussões fizeram-se presentes até os dias atuais sobre como e porquê utilizar a História da Ciência na sala de aula.

Matthews apresentou uma síntese, já em 1995, com alguns dos principais argumentos favoráveis ao uso da História da Ciência no ensino, que seriam:

1. A motivação dos alunos, em especial por tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo desta maneira o desenvolvimento de um pensamento crítico;

2. A humanização da ciência, uma vez que aproxima a ciência dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade;

3. A melhor compreensão dos conceitos científicos a partir da análise do seu desenvolvimento epistemológico superando desta forma a falta de significado que muitas vezes está atrelado ao ensino de ciências;

4. O intrínseco mérito do entendimento de certos episódios-chaves na História da Ciência;

5. A historicização da ciência, ou a demonstração de que a ciência é mutável e instável, e que, conseqüentemente, o entendimento das atuais correntes científicas está sujeito à transformação;

6. O rico entendimento do método científico, mais genericamente falando, da natureza da ciência, de uma melhor compreensão da estrutura das ciências, bem como do espaço que ocupa no sistema intelectual da humanidade.

Na seara das discussões atuais acerca das contribuições da História da Ciência para o ensino de ciências, Teixeira, El-Hani e Freire Jr. (2001) fornecem evidências que em um curso com enfoque histórico há mudanças significativas na compreensão da natureza da ciência, como mostram em sua conclusão:

Os resultados obtidos indicam a ocorrência de uma mudança geral significativa e favorável na concepção dos estudantes acerca das várias questões tratadas, que abordam uma série de aspectos de sua compreensão sobre a natureza da ciência (TEIXEIRA; EL-HANI; FREIRE Jr., 2001, p. 13).

Castro e Carvalho (1992) apontam para o possível paralelismo existente entre as idéias dos alunos e as idéias iniciais dos pesquisadores, indicando um caminho para a utilização dos fatos históricos em sala de aula. Essa idéia encontra-se difundida na Epistemologia Genética de Piaget. Estudos coordenados por Piaget, e depois sistematizados por Piaget e Garcia (1987),

apontam para uma relação entre o desenvolvimento cognitivo individual e o processo de desenvolvimento conceitual histórico. Matthews (1995 p. 178), porém, aponta o início dessas discussões a partir da publicação de *A fenomenologia do espírito*, de Hegel (1806), sendo que, posteriormente, essas idéias teriam sido também discutidas e debatidas por Ernest Mach e Pierre Duhem no fim do século XIX.

Souza e Almeida (2001) apresentam uma proposta do uso de textos históricos em sala de aula, lidos diretamente pelos alunos, e apontam como principais resultados, o fato dos alunos terem evidenciado a incompletude da ciência ao observarem as falhas apresentadas pelos pesquisadores ao longo da história.

Silva e Martins (2003) apresentam um trabalho sobre as idéias de luz e cores de Newton e enfocam as preocupações para que não se apresente em sala de aula uma visão mítica da ciência, uma visão distorcida. Essa preocupação também é apresentada por Almeida (2004), que discute a importância de que, no ensino de História da Ciência, a dimensão histórica não seja perdida, ou seja, é importante que não se trabalhe apenas com datas, nomes, ou mesmo as “anedotas históricas”, a chamada pseudo-história.

Batista (2004) reitera e amplia essa visão ao afirmar que:

Enfatizamos o papel que a História e a Filosofia da Física podem desempenhar, como subsídio para a melhoria do ensino de Física, pela relação que esses domínios de conhecimento possuem e demonstram com as estruturas cognitivas de conhecimento e com as concepções prévias, como fonte de exemplares históricos analiticamente estudados que mostram a estrutura e a dinâmica da construção de uma teoria, como também de concepções alternativas (que podem ser competidoras ou não) de explicações e conceitos (BATISTA, 2004, p.461).

Diante do exposto, parece-nos que novos trabalhos fazendo uso da História da Ciência na sala de aula, poderão contribuir ainda mais com essa discussão.

1.3.1 O uso da história da ciência nesta pesquisa

Conforme já citado, nossa pesquisa baseia-se na construção, aplicação

e avaliação de uma abordagem didático-metodológica, que tem como um dos eixos de sustentação, o uso da História da Ciência. Para tanto, nos pautamos em trabalhos anteriores, que justificam e sustentam essa utilização.

A literatura pesquisada aponta que os professores, ao trabalharem a disciplina de ciências, apresentam visões sobre a natureza da ciência que são dissonantes das epistemologias contemporâneas (HARRES, 1999; GIL-PÉREZ, 2001). Por esse motivo, nesta pesquisa, nosso intuito é usar a história da ciência como forma de aproximar essas concepções, acreditando que os cursos de formação podem minimizar essa problemática.

Assim, a história da ciência será usada como fio condutor para o trabalho experimental e para suscitar discussões sobre a epistemologia e a dinâmica da ciência.

Segundo Massoni (2005), a história da ciência pode ter três papéis:

- entendimento conceitual: elementos históricos enriquecem a apresentação e enfatizam a natureza da tentativa no conhecimento científico;
- entendimento procedimental: elementos históricos fornecem a descrição de processos de pensamento, de processos de investigação e de processos de conclusão, inferências e aplicação;
- entendimento contextual: elementos históricos fornecem a descrição de fatores psicológicos: motivação, incentivo, objetivos envolvidos no fazer científico; fatores sociais como: influências, necessidades sociais, de fatores políticos, pois estes afetam as ações científicas; e de fatores culturais, como: personalidade, cultura familiar, social, ética etc. (MASSONI, 2005, p. 24).

Acreditamos, porém, que para que a história da ciência possa, de fato, cumprir esses papéis, é preciso que seja trabalhada de forma adequada, não usada na forma de meras datas e nomes ou mesmo fazendo-se uso de "anedotas históricas".

Pretendemos que, nesta pesquisa, a história da ciência possa abordar esses três papéis. Acreditamos que a formação inicial do professor deva ser o momento para a construção dos conhecimentos necessários ao trabalho docente. A História da Ciência pode auxiliar neste processo, ao apresentar a construção dos conceitos, pois os fatos envolvendo a Ciência auxiliam a formação de uma imagem da natureza do conhecimento científico e de sua

dinâmica. Esses conhecimentos necessitam fazer parte dos saberes docentes e devem, preferencialmente, ser incluídos na formação inicial dos futuros professores.

Para tanto nos reportaremos novamente aos trabalhos de Piaget e Garcia (1987, p. 14), que argumentam que um conhecimento não pode ser dissociado de seu contexto histórico, e que, a história de uma noção provê alguma indicação de sua significação epistêmica. A fim de estabelecer esses vínculos, é necessário “caracterizar os grandes períodos sucessivos do desenvolvimento de um conceito, ou de uma estrutura, e das perspectivas de conjunto sobre uma disciplina dada”, com as acelerações, regressos, ações de precursores ou ‘rupturas epistemológicas’ (PIAGET ; GARCIA, 1987, p. 15). Para esses autores, o problema central não está em considerar as continuidades ou descontinuidades, mas na existência das mesmas etapas e no por quê de sua sucessão.

Ao analisarmos exemplares históricos, os mesmos podem nos fornecer uma análise das dificuldades e dos problemas enfrentados pelos pensadores, no desenvolvimento de um conceito. A identificação dessas dificuldades permite uma reconstrução epistemológica em que a história da Ciência funcione como um eixo heurístico do pensamento científico. Identificar e analisar como se deu a construção de um determinado conceito, as dificuldades e os avanços necessários para a sua compreensão, são recursos que podem ser aproveitados na construção de uma seqüência de atividades didáticas. A antecipação dessas dificuldades pode tornar as atividades pedagógicas mais profícuas (ARAMAN, 2007 p.27).

Capítulo 2

*Episódios históricos relevantes na
explicação da germinação das sementes*

2 EPISÓDIOS HISTÓRICOS RELEVANTES SOBRE A GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Dentre os conteúdos trabalhados nas séries iniciais do ensino fundamental, na disciplina de Ciências, encontra-se um conteúdo específico relativo às plantas e, naturalmente, à semente. Não é raro encontrarmos salas de aulas das séries iniciais do ensino fundamental com potinhos contendo sementes de feijão, colocadas próximas à janela, para germinarem.

Essa experiência, tão simples e tão repetida pode tornar-se uma experiência de valor inestimável para as crianças, caso seja elaborada de forma a fornecer-lhes, dentre outras coisas, elementos para que reflitam sobre a natureza da ciência. Para tanto, é preciso que o professor tenha um mínimo de conhecimento sobre os conceitos envolvidos na germinação de sementes, bem como conheça o processo pelo qual esses conceitos foram construídos.

Conforme já salientamos, nossa investigação pretende a elaboração e a aplicação de uma abordagem didático-pedagógica. Essa abordagem tem por objetivo a aprendizagem significativa de alunos do curso de Pedagogia, e está pautada no uso de exemplares históricos, de atividades experimentais e do uso do Diagrama Vê. Assim, parte importante deste trabalho, se constitui de uma reconstrução histórica dos conceitos relacionados à semente e a sua germinação. Posteriormente, esta reconstrução foi usada para a elaboração da abordagem pretendida. Para tanto, os elementos contidos nesta reconstrução sofreram um processo de Transposição Didática, a fim de serem usados junto aos alunos do curso de Pedagogia.

Em nossa reconstrução faremos um recorte histórico que incluirá os registros referentes à germinação da semente, desde os primeiros registros que remontam aos princípios da humanidade até os dias atuais. Usaremos como referenciais teóricos autores reconhecidos pela comunidade científica, dentre eles Martins, Ronan, Morton.

É importante salientar que, em função de tratar-se de um recorte que tem por objetivo orientar a construção de uma abordagem didático-pedagógica, ou seja, o uso de estudos históricos no ensino, optamos por utilizar como referencial apenas a história do pensamento europeu. Mesmo cientes das

limitações que essa opção pode acarretar, acreditamos que, em função dos objetivos propostos para essa atividade, essas limitações são aceitáveis.

Realizamos, baseada na literatura, uma breve reconstrução dos principais conceitos relacionados à semente e a sua germinação.

Com base nessa reconstrução foram elaborados os passos da abordagem didático-pedagógica, o que evidencia a importância da história nesta pesquisa. Essa reconstrução foi posteriormente utilizada para identificar e destacar os marcos históricos do processo de construção dos conceitos relacionados à germinação, além de fornecer elementos para construção de textos que foram usados com os alunos durante as atividades.

Durante a reconstrução encontramos na literatura consultada pequenos textos de fontes primárias. Assim, embora trate-se de uma pesquisa em fonte secundárias, em alguns momentos encontramos materiais retirados de escritos dos próprios cientistas.

2.1 Como esses Conhecimentos foram Construídos ? Uma Breve Reconstrução Histórica

“Todos os povos primitivos são marcadamente naturalistas; e isso não causa surpresa alguma, uma vez que a sua sobrevivência depende do conhecimento da natureza” (MAYR, 1998, p. 106).

O interesse do homem pelas plantas como fonte de alimento tem início na própria origem da sociedade humana. Os primeiros registros a respeito das plantas parecem ter sido realizados há cerca de 10000 anos ou mais, no Oriente Médio, e reuniram informações que apontam para particularidades das plantas e descrições puramente pelo interesse intrínseco. Existem registros, desta mesma época, que mostram o início do uso da mandioca na América Central. Ainda na América Central, registros apontam para o uso de algumas ervas na farmacopéia. Há registros de plantas que seriam utilizadas, inclusive, para anestésiar pessoas antes de cirurgias. Assim, as plantas que até então eram coletadas e usadas, basicamente para a alimentação, passam a ser coletadas com outras finalidades. Ao que tudo indica, a descoberta do uso das

plantas para outras finalidades, que não a alimentação, teria surgido antes da domesticação dos animais (RONAN, 1980 p.16).

Porém, muito antes dos registros históricos, os homens já sabiam por tentativa e erro, quais plantas do seu meio serviam para comer ou eram úteis de alguma outra forma. Os habitantes da Austrália, por exemplo, pelo menos antes dessa sociedade ser quase que totalmente dizimada por imigrantes, viviam de forma não muito diferente da maioria da humanidade durante os milhares de anos da Idade da Pedra. Suas atividades de caça e coleta eram socialmente organizadas e baseadas em uma grande familiaridade com os vários tipos de plantas e animais disponíveis para eles; para cada planta, sabia-se o seu habitat, a constituição das partes comestíveis e a estação correta para a coleta. Há uma ausência, no seu idioma, assim como em qualquer outro idioma primitivo, de qualquer palavra para o conceito de planta, embora pudesse haver uma abundância de nomes especiais para cada planta em particular, e até mesmo para as partes de uma planta em especial ou para uma planta nos distintos estágios de crescimento. Tal conhecimento tornou-se parte do aparato indispensável para o lento progresso da sociedade. Homens e mulheres, nos primórdios da civilização, na sua busca por alimento, devem ter realizado uma grande exploração no reino vegetal, acompanhada por alguns experimentos perigosos; eles geralmente se alimentavam de plantas silvestres que hoje em dia não são consideradas fontes de alimento. A última refeição do homem de Tollund, da Idade do Ferro, cujo corpo bem preservado foi encontrado em um pântano na Dinamarca, consistia em sementes de plantas diversas, atualmente consideradas ervas daninhas e excluídas de nossas lavouras com muito esforço (MORTON, 1962, p.1-2)

Acredita-se que os primeiros casos de plantio tenham sido casuais. O homem abandonava os restos e plantas ao acaso e, posteriormente teria observado que, quando uma parte desta planta (a semente) dispunha de determinadas condições, dava origem a uma nova planta. Daí ao cultivo e armazenamento da semente foi um passo relativamente pequeno para o homem (RAVEN, 1996). Foi o uso de juntas de boi para o arado que marcou o estabelecimento da agricultura, o cultivo de lavouras de forma distinta do cultivo de jardins, e resultou num rápido e relativamente grande aumento na produção de alimentos, aumento este que custou muito menos tempo e energia

do que se exigia para se viver por meio da caça e da pesca, complementado pela trabalhosa coleta de raízes e sementes silvestres. Pela primeira vez na história, o homem foi capaz de assegurar para si mesmo um excedente regular de alimentos, os quais poderiam ser armazenados a fim de se ter um estoque estável entre uma estação e outra, e para proteger a sociedade contra desastres naturais, mas que também poderiam ser apoderados por algum membro da sociedade à custa de outros, ou usados como artigos de troca ou comércio. Uma nova vida foi sendo criada, a qual incluía, pelo menos para alguns, a oportunidade para o ócio/lazer e para a contemplação/meditação, vida essa que estava repleta de novos avanços técnicos, e de mudanças de amplas projeções na estrutura social e nas atitudes mentais com relação ao mundo ao seu redor (MORTON, 1962, p.2-3).

Após o surgimento das primeiras cidades, o uso das plantas e sua domesticação tornam-se mais intenso. Várias civilizações contribuíram para o desenvolvimento da botânica. Uma delas foi a civilização egípcia. Os egípcios foram grandes jardineiros, porém esses conhecimentos não eram valorizados, pois também se acreditava serem relegados aos escravos. Em virtude disso, não se encontram muitos registros sobre o conhecimento botânico que eles possuíam, mas, comumente encontramos apenas relato, da sua utilização (RONAN, 1980, p.21). Seus conhecimentos práticos faziam com que adubassem a terra e escolhessem as melhores sementes para plantar.

Registros apontam que, no Egito, entre 4000 e 5000 anos a.C., já existia um elevado padrão agrícola, hortigranjeiro e horticola, porém, poucos são os indícios de que tipo de conhecimentos eles dispunham sobre a anatomia ou a fisiologia vegetal.

Estudos apontam para a grande utilização das plantas com finalidade medicinal. As plantas seriam consumidas, preferencialmente, "in natura", como forma de prevenir ou curar enfermidades. Durante a construção das pirâmides, por exemplo, mesmo sem condições mínimas de higiene, os trabalhadores foram mantidos livres de doenças como difteria, cólera e tifo, graças a uma alimentação à base de rabanete, alho e cebola. Não se tem registros, porém, de como essa descoberta teria sido feita, acredita-se que, como a maioria das descobertas, teria sido por ensaio e erro, como já foi dito. (RONAN, 1980, p.22).

Outros conhecimentos práticos que possuíam permitiam que utilizassem a natureza a seu favor, usavam, por exemplo, as cheias dos rios como forma de fertilizar as suas terras, apontando que, ainda que de forma não sistematizada, sabiam da necessidade da planta de obter nutrientes da terra, fato esse que será contestado por muitos autores até o século XVIII.

Em outras regiões, ocorre, paralelamente, o desenvolvimento da agricultura. Na região da Mesopotâmia entre 10000 e 5000 anos a.C. já se possuía um enorme suprimento de produtos agrícolas, tamareiras e indústrias de juncos. Empregavam-se largamente as drogas produzidas a partir de ervas. Acredita-se que os povos da mesopotâmia apresentavam uma preocupação maior em registrar seus conhecimentos botânicos, em função da quantidade e do teor dos registros encontrados. As plantas já eram classificadas em árvores, cereais, ervas, especiarias e drogas e frutíferas. De acordo com os registros, mostram possuir o conhecimento de que as plantas se reproduzem sexuadamente, ou seja, sabiam da existência de uma parte masculina e uma parte feminina nas plantas, em especial nas flores, e que para que houvesse a formação de uma semente para dar origem a uma nova planta, seria necessário o encontro dessas duas partes. A fertilização, para eles, no entanto, era feita por divindades que promoviam o “encontro” da parte masculina e feminina da flor, para que houvesse a formação da semente. (RONAN, 1980, p.36). Esse conhecimento foi estendido pelos assírios aos ciprestes e mandrágoras.

Podemos perceber, então, que nesta época o homem já conhecia a anatomia e a fisiologia vegetal, ainda sem sistematização, mas o suficiente para entender a semente como responsável pela nova planta e fruto da união da parte masculina e feminina da flor, porém, os registros indicam que os povos ainda concebiam que o encontro dessas duas metades (a masculina e a feminina) necessitavam da intervenção divina.

Ainda que sem nenhuma noção de hereditariedade, o homem começa a selecionar as melhores plantas para retirar delas as sementes que irá plantar na próxima safra. No México, entre 7000 e 6500 a.C., a agricultura do milho e do feijão, da pimenta malagueta e da abóbora eram abundantes. As plantas mais bonitas eram as selecionadas para doar as sementes que seriam

plantadas. Aqui fica claro que eles também conheciam o papel da semente. Usavam, também, o látex da seringueira (MORTON, 1962 p.46).

Na civilização Grega, surgem os primeiros filósofos da natureza (a expressão Filosofia da Natureza pode hoje ser equivalente à Ciências da Natureza) e encontram-se os primeiros relatos indicando uma preocupação com a botânica, que não tinha necessariamente uma aplicação prática. Há cerca de 1200 a.C., Hesíodo criou um almanaque com as regras da agricultura (almanaque do agricultor), apontando para um grande conhecimento. Neste almanaque, existem registros que nos permitem refletir sobre os conhecimentos que dispunham nessa época, como noções de fertilização do solo para o plantio. Essa fertilidade seria natural do solo, não sendo possível produzi-la. Outro ponto que aparece com destaque no almanaque é a seleção das melhores sementes, mostrando um conhecimento, ainda tácito, da relação entre a qualidade da semente e a da planta que ela irá gerar. Aparece, de forma clara, o registro da necessidade da água para a germinação da semente.

Posteriormente, Thales de Mileto (650 a.C.) criou uma explicação física natural para a fertilidade da terra, pois até então, acreditava-se que a fertilidade ou não da terra dependia das divindades. Thales afirma que os restos de plantas e as fezes dos animais podem contribuir para a fertilidade do solo e, assim, para o bom desempenho dos vegetais (RONAN, 1980, p.61).

Empédocles (490 a.C.) é conhecido entre os historiadores da Botânica pela sua sistematização da visão unitária do mundo, que para ele, consistia de quatro elementos fundamentais (água, terra, ar e fogo), que interagem em resposta aos princípios de amor e discórdia (atração e repulsão). Suas idéias biológicas estão integralmente vinculadas com tal visão e são ousadas e originais. Ele foi o primeiro a considerar a questão de como a substância orgânica de seres vivos surgia a partir da matéria inorgânica, ensinando que ossos e sangue e os tipos de carne surgiam de combinações variadas dos quatro elementos, sob a influência da atração e repulsão. As plantas encontram-se especificamente incluídas como tendo surgido dessa forma, juntamente com homens e animais. Vinculado a isto, ele desenvolveu uma teoria da nutrição vegetal e da movimentação do alimento no interior das plantas, a qual será discutida posteriormente. Assim como Anaximandro (610 - 546 a.C.), ele ensinava que seres vivos eram originários de seres não vivos

“por meio do movimento contrário da terra e do fogo”. Os primeiros seres vivos a aparecer foram as plantas, e estas, sendo ainda não diferenciadas sexualmente, combinavam ambos os sexos em um só organismo: as sementes das plantas são portanto homólogos com ovos (MORTON, 1962, p.23).

Existem inúmeros registros que apontam para o estudo e utilização das plantas para uso medicinal. A medicina grega usava princípios ativos extraídos das ervas, bebidas feitas com cevada, vinho e infusões de mel.

Um grande interesse pelas plantas ocorreu na segunda metade do século V a.C., no período posterior a Empédocles. Anaxágoras (499 - 428 a.C.), que passou a maior parte de sua vida em Atenas, compartilhou as visões revolucionárias dos filósofos jônicos, dizendo que os animais surgiram, primeiramente, da umidade, e depois, uns dos outros. Ele observou a dispersão de sementes pelo vento e recebeu créditos pela visão, adotada por Aristóteles, de que plantas são animais fixados à terra (MORTON, 1962, p.24).

Aristóteles, que admitia vários valores práticos para as plantas, teria sido um dos primeiros a dividir os seres vivos em animais e plantas, baseado em suas características, divisão essa que foi aceita por muitos anos. Para ele, um fato importante para essa diferenciação era o de que as plantas, embora cresçam e se reproduzam não são capazes de movimento nem de ter sensações, ao contrário dos animais. Aristóteles teve como discípulo Teofrastos (371-287 a.C). De acordo com relatos, Teofrastos classificou as plantas; descobriu a seiva que circula pelas plantas; classificou as ervas medicinais; demonstrou os diferentes tipos de madeira que as plantas fornecem; diferenciou as plantas monocotiledôneas e as dicotiledôneas e angiospermas e gimnospermas. Porém, a maior parte dos seus estudos é descritiva. Somente dois tratados, dos muitos que julga-se terem sido escritos por ele sobre as plantas, *Investigações sobre as Plantas* (em nove livros, datado de 314 a.C.) e *Causas do Crescimento das Plantas* (em seis livros), chegaram completos até nós. (MARTINS, 1990, p. 27).

Diversas outras questões fundamentais foram levantadas, direta ou indiretamente, por Teofrastos. Com relação à flor, ele fez observações morfológicas sagazes que não foram aceitas durante séculos; por exemplo, reconheceu que as estruturas imperceptíveis de gramíneas e juncos e as de algumas árvores não são menos flores do que as flores lustrosamente

petaladas da romã ou a rosa, e que a formação de sementes ocorria depois e dentro da flor; mas a verdadeira natureza da flor, como resposta ao problema do sexo nas plantas, fugiu à sua atenção. O fracasso em entender a reprodução sexual em plantas não é surpreendente: o que é tão óbvio e facilmente visto na maioria dos animais e no homem é muito mais difícil de se observar e interpretar nas plantas. Parece que Teofrastos foi frustrado pela sua própria confiança na observação e na lógica. Ele conheceu e descreveu a antiga prática de fertilização das tamareiras que consistia em levar flores masculinas para a árvore feminina e agitar o pólen masculino sobre elas: a analogia com a união de dois sexos em animais não passou despercebida. Porém, igualmente conhecido, foi o figo cultivado, o qual, segundo as aparências, produzia frutos sem flores antecedentes (as imperceptíveis flores masculinas e femininas estão, na verdade, completamente inclusas no receptáculo oco da inflorescência), sendo que o aumento dos frutos era “ajudado”, pendurando-se, perto deles, os frutos em desenvolvimento de figos silvestres, daí insetos surgiam e causavam o aumento dos figos e os tornavam roxos, pois, caso contrário, continuavam pálidos e fracos. Em seguida, havia pepinos e outras plantas que tinham flores estéreis (isto é, masculinas) e férteis na mesma planta, e finalmente, havia a classe mais numerosa de plantas em que fruto e semente acompanhavam a flor. Teofrastos deixou perfeitamente claro que ele não podia encaixar tais observações em uma teoria coerente; declara os fatos conhecidos por ele e sugere que investigações futuras deveriam ser feitas (MORTON, 1962, p.37-39).

Em seu relato de métodos de reprodução das plantas, Teofrastos menciona sementes como sendo a forma primária e mais típica, e depois descreve, com sua precisão costumeira, os principais tipos de reprodução vegetal já observados, comparando as vantagens adaptativas da semente e a reprodução vegetal na vida da planta. Também inclui a geração espontânea como uma possibilidade nas plantas – isso foi aceito por Aristóteles como um acontecimento em animais – mas ele é extremamente cuidadoso e enfatiza a necessidade de um questionamento mais preciso. Coloca-se, entretanto, claramente contra essa teoria, pois acredita que a chegada das sementes trazidas pelo vento ou pelos rios é a causa mais provável do crescimento

aparentemente espontâneo de plantas e árvores nas margens lamacentas, e cita Anaxágoras para dar sustentação à sua opinião.

A relação entre plantas silvestres e cultivadas, as quais eram de interesse para os antigos botânicos (em parte por questões religiosas como as citadas acima), é discutida com certa minúcia por Teofrastos. Ele aceita a visão de que o cuidado especial do homem, e não a intervenção divina, produz plantas cultivadas a partir das silvestres; e definiu “cuidado” objetivamente, em termos de solo, clima, alimento e técnicas de cultivo (poda, capina, adubagem com esterco, irrigação, drenagem do campo), isto é, como fatores que a agricultura engloba. Ele tinha uma idéia sobre os limites das mudanças induzidas culturalmente e da importância da constituição da planta. Uma atenção considerável é dada ao fato de que variedades cultivadas de árvores frutíferas, geralmente, degeneravam-se caso fossem reproduzidas por meio de sementes, mas, naturalmente, não podia nem mesmo adivinhar a causa verdadeira (MORTON, 1962, p. 38-39).

Um ponto importante a se considerar é que, pela primeira, vez existem relatos de experimentos realizados deliberadamente para adquirir conhecimentos acerca das plantas, geralmente, com claras associações entre a germinação da semente e o desenvolvimento embrionário dos animais. Existem registros de descrições claras sobre a germinação das sementes e o crescimento de raízes e frutos. O crescimento e a nutrição de plantas foram interpretados em termos dos quatro humores que, acreditava-se, tinham um papel essencial na fisiologia humana e animal. Embora tal visão fosse baseada em analogias especulativas e superficiais, tinha o mérito de dirigir a atenção para o conceito importante de princípios fisiologicamente comuns em plantas e animais, e para qualidades específicas de plantas como uma classe distinta de organismos vivos (MORTON, 1962, p. 25).

Teofrastos prossegue com uma análise sistemática da composição, estrutura e partes das plantas, para estabelecer a sua própria terminologia descritiva. Deve-se notar que o esquema morfológico geral, incluindo a distinção de partes uniformes e não uniformes, segue o de Aristóteles, mas é modificado de forma crítica por Teofrastos, quando aplicado às plantas. As partes principais permanentes e maiores são a raiz, o caule, o galho e o ramo, que se diferenciam das partes anuais ou efêmeras, folha, flor, fruto, pedúnculo

(da folha ou fruto). O fruto consiste de semente(s), do pericarpo (as partes polpudas ou que se encontram ao redor de semente(s), e a casca das frutas. Todo o precedente são partes não uniformes, segundo a definição de Aristóteles, e são chamadas por Teofrastos de partes ou ramificações. Elas próprias são compostas de partes uniformes, como a casca (de plantas), a madeira e a medula (cerne) e estas, por sua vez, consistem das partes iniciais, a seiva, as veias fibrosas, a polpa. Finalmente, essas partes iniciais são compostas pelos quatro elementos fundamentais, dos quais Teofrastos menciona, especificamente, somente a umidade e o calor, mas que incluiriam também terra e ar.

Para Aristóteles, porém, um órgão ou parte dele deveriam ser definidos, primariamente, pela sua causa final, pela “finalidade do que estava presente”, ou, mais claramente, pela função que estes desempenhavam ou acreditava-se desempenharem no ser vivo. Como seria de se esperar, Teofrastos mostra a influência desse ponto de vista: o caule das plantas é definido pela sua função de conduzir o alimento retirado do solo pela raiz. Galhos e ramos, entretanto, são definidos por suas relações mútuas com o caule, e em muitas partes ao longo do trabalho, relações morfológicas são expressas com bastante clareza. Quanto à grama, Teofrastos chega muito perto de reconhecer o rizoma como um caule, porque, embora sob a terra e com a aparência de uma raiz, ele apresenta nódulos e porta raízes adventícias (que surgem em posição anormal). O pensador também questiona, corretamente, se as partes subterrâneas de certas plantas são, de fato, raízes, e implica que é uma característica das raízes não dar folhas, sugerindo, também que os espinhos, em algumas plantas, podem ser homólogos às folhas, e reconhece a folha composta pinulada como sendo equivalente a uma folha simples. Muitas outras observações mostram a sua percepção aguda dos fundamentos essenciais de morfologia.

Alguns relatos mostram que ele nunca fez a separação fundamental entre árvores e ervas, fato que lhe foi creditado, cuja idéia, mais tarde, foi apanhada por botânicos renascentistas e se tornou um obstáculo ao desenvolvimento de um sistema natural de classificação. Não se pode deixar de se impressionar com o modo científico com que ele aplica, repetidamente, conceitos e termos descritivos – ao lidar, por exemplo, com métodos de

reprodução, tipos de flores, curso da germinação de sementes, posição dos frutos – a árvores, arbustos e ervas de modo igualitário, apontando a ausência de qualquer abismo real entre eles. É surpreendente como botânicos, posteriormente, foram tão cegos, a ponto de não chegarem à conclusão inevitável, a partir dos argumentos de Teofrastos, principalmente porque, após ter enfatizado alusivamente à falta de separação nítida entre árvores, arbustos e ervas, este engaja-se em uma discussão sobre os modos alternativos de diferenciação de plantas, com o propósito, claramente implícito, de desenvolver uma classificação mais racional. Foi inevitável que ele não tivesse êxito em chegar a um esquema natural abrangente com o conhecimento existente na época sobre plantas, porém, na sua abordagem a essa questão, ele mostra evidências de um discernimento sistemático bastante extraordinário (MORTON, 1962, p. 42).

Teofrastos deixou seus relatos a seus discípulos. Tanto a precisão quanto o modo de expressão de muitas descrições de plantas sugerem, solidamente, relatos testemunhais. As descrições da germinação de sementes e os sistema de raízes dão a mesma impressão, e parece provável que as observações sistemáticas de tipos variados foram realizadas no jardim do próprio Liceu. Com relação à germinação das sementes, Teofrastos não introduz, de forma significativa, a frase “(as pessoas) dizem”, indicação rotineira quando a informação não era de primeira mão (direta). Seu relato completo sobre a germinação das sementes é uma contribuição muito original. Ele inclui dados sobre a longevidade das sementes, sobre fatores que afetam sua germinação (mencionando o efeito acelerador do nitrato) e sobre a estrutura e o modo de germinação. Cita, até mesmo, a mobilização (enzimática) do alimento durante a germinação e reconhece o fenômeno da dormência das sementes no solo (MORTON, 1962, p. 51).

Depois de Teofrastos, temos relatos de Columella, aproximadamente em 60-65 d.C. que menciona o aprimoramento de cenouras pelos gregos. Existem evidências de que os gregos praticaram uma forma de rotação de árvore-cultura, porém, há carência de informações precisas. Conhecia-se muito bem a importância da aragem, no verão, da terra não cultivada, antes que as sementes das ervas daninhas se formassem (MORTON, 1962, p.48).

Outros relatos significativos sobre as plantas, ainda na Grécia Antiga, estão relacionados a Galeno, famoso por suas teorias a respeito da fisiologia humana (seu modelo do funcionamento do coração perdurou por mais de 1500 anos).

Galeno nasceu em Pérgamo, na Ásia Menor, em 129 d.C., um centro de aprendizagem que tinha tido vínculos estreitos com o Liceu no seu apogeu. Foi uma cidade ricamente comercial e uma espécie de elo entre o Oriente e o Ocidente. Galeno foi educado em Pérgamo, Atenas e Alexandria, e adquiriu um conhecimento completo sobre todas as escolas filosóficas da época, assim como, sobre o conhecimento acumulado e a experiência da medicina grega. Parte de sua vida foi passada em Roma, como médico do imperador Marco Aurélio. Ele era um homem eclético, tanto científica como filosoficamente falando, e representava a soma da biologia de sua época em sua força e fraqueza, incluindo a insuficiência e o isolamento em que a botânica já havia mergulhado.

Uma observação, no campo da botânica, que ele menciona casualmente, ou seja, a coleta de água pelas sementes de trigo por meio da absorção, parece ser o primeiro registro de tal fenômeno, embora essa propriedade das sementes fosse claramente bem conhecida dos agricultores que a usavam para trapacear seus fregueses incautos (MORTON, 1962 p. 80-81).

Há, neste momento, um hiato histórico; não encontramos registros significativos sobre as plantas até meados do século IV.

A apatia em que a botânica mergulhou no princípio da Idade Média pode ser avaliada a partir do fato que os sermões de São Basílio (329-379 d.C.), a respeito dos seis dias da criação foram, por muito tempo, um livro didático da história natural nas escolas (MORTON, 1962, p. 81). A passagem abaixo ilustra essa afirmação:

“As pessoas perguntam por que as Escrituras declaram que todas as coisas que crescem na terra dão origem a sementes, quando nem o junco, nem a grama, nem a hortelã, nem o açafrão, nem a cebola, nem o caniço (junco) e muitos outros, parecem produzir sementes. A isso eu digo, muitas coisas que crescem na terra incluem o poder e a virtude das sementes nas suas partes mais baixas e raízes. O junco, por exemplo, no final do ano, põe para fora um tipo de extensão que no futuro dará origem à semente. Muitas outras plantas espalhadas

pela terra fazem o mesmo e encerram sua descendência nas suas raízes. Por isso, nada é mais verdadeiro que dizer que aquilo que as plantas individuais contêm em si mesmas são a semente ou algum princípio seminal.” (SÃO BASILIO apud MORTON, 1962, p. 103)

Diversos avanços tecnológicos difundiram-se gradualmente, embora de modo desigual, pela Europa, a partir do século VIII. O avanço mais importante foi a substituição da rotação de duas lavouras pela de três, o que aumentou tanto a fertilidade do solo quanto as áreas cultivadas ao mesmo tempo. O uso da marga (calcário argiloso) e do excremento animal para adubagem (práticas antigas por si só) tornou-se mais comum, e a proporção de terra semeada com legumes (principalmente ervilhas) também aumentou. Lavouras adicionais tais como aveia, centeio e trigo-mouro passaram a ser cultivados mais extensamente do que antes, em particular, no norte da Europa. A debulhadeira articulada foi inventada e simplificou, grandemente, a colheita de grãos. O rastelo foi usado tanto para cobrir sementes plantadas quanto para capinar, e o pesado arado de ferro adquiriu, essencialmente, a sua forma moderna. Finalmente, a introdução (vinda do Oriente) de ferraduras de ferro e de uma forma melhorada de arreios aumentaram significativamente a eficiência da força animal (cavalo) tornando possível seu uso mais completo na agricultura.

Todos estes fatores juntos constituíram o potencial para o aumento considerável da produtividade na agricultura. A adoção de novas técnicas foi acelerada pela necessidade urgente da classe dos proprietários de terra, de protegerem a agricultura, em uma época em que o desenvolvimento de uma economia fundamentada em dinheiro estava suscitando alguns problemas econômicos para eles. Simultaneamente, o potencial para uma maior produção foi reprimido pela natureza não produtora do trabalho servil, em um conflito que, ao final, destruiu as relações sociais feudais que o haviam produzido. O real movimento da agricultura foi, portanto, tanto complicado quanto irregular, mas, em geral, parece não haver dúvidas de que a produção agrícola aumentou, como pode ser confirmado pelo crescimento das cidades e pela população na Europa, que dobrou entre os anos 1000 e 1300 (MORTON, 1962, p.108).

Outro importante estudioso das plantas foi o cardeal Nicholas de Cusa. Em *De Staticis Experimentis* (1450), que reflete claramente o seu estudo sobre Arquimedes, Cusa propôs vários experimentos físicos e biológicos que

envolviam a mensuração de massa, massa específica e tempo. A fim de determinar a força relativa do sol em diferentes tipos de clima, 1000 grãos de trigo ou cevada do campo mais fértil em cada clima deveriam ser pesados. Para investigar a nutrição da planta, ele propôs pegar cem unidades de peso de terra e deixar que uma quantia conhecida de ervas e sementes crescesse nessa terra até que elas tivessem aumentado para cem unidades de peso. Descobrir-se-ia, então, ele dizia, que a terra teria diminuído um pouco caso pesada novamente; a partir disso poder-se-ia concluir que as ervas retiraram da terra e da água ali existente, a qual impregnada de certas quantidades de terra, transformou-se na própria erva, mediante o poder do sol. Se as ervas fossem queimadas e reduzidas a cinzas, poder-se-ia estimar, por subtração, quanta terra fora encontrada, além das cem unidades de peso, e concluir-se-ia que tudo fora trazido pela água.

Cusa começara a abordar o conceito de experimento controlado e quantitativo em biologia. É interessante notar que, quando jovem, ele estudou leis canônicas na Universidade de Pádua (Itália), onde viria a entrar em contato com a mais avançada ciência médica e biológica da época. Seus trabalhos não circularam extensamente em manuscritos durante sua vida (ele morreu em 1464), mas foram impressos em 1488 e, novamente, em 1502, 1514 e 1565 (MORTON, 1962, p. 113).

Na América, as plantas também são objeto de estudo. Entre 900 e 1519 d.C., a cultura que substituiu a cultura Maia produzia milho, pimenta malagueta, algodão, fumo, cacau, abacaxi, amendoim, abacate e mandioca, em terraços, utilizando-se já da irrigação. Esse fato aponta para o conhecimento da importância da água para o desenvolvimento da planta. Porém, não existem registros que comprovem o fato de conhecerem a necessidade de água para a germinação inicial das sementes. Conheciam bem a necessidade da planta de possuir solo fértil e os perigos de um solo muito úmido, por isso, os Toltecas usavam fertilizantes de animais e plantas e drenavam pântanos para plantar neles. (RONAN, 1980, p.48).

No Chile e no Peru, há cerca de 3500 a.C., registros apontam que já se plantava feijão, abóbora, algodão e pimenta. Acredita-se que, por volta de 600 d.C., esses povos começaram a fazer uso da irrigação (MORTON, 1962, p.150).

Na China, durante a dinastia Ming, criou-se os jardins Botânicos e pesquisou-se o uso de plantas silvestres para alimentação nos tempos de fome. Muito se pesquisava sobre os poderes místicos das plantas e, entre os anos 700 e 400 a.C., existem registros dos primeiros estudos relacionados a influência do solo na germinação da semente. (RONAN, 1980, p.64). Esses estudos tentavam relacionar a rapidez da germinação e o crescimento da planta à qualidade do solo.

Podemos observar que, novamente, uma civilização tem conhecimentos, ainda que não sistematizados, sobre a influência da fertilidade do solo e o desenvolvimento das plantas, fato que, como já foi dito, será questionado por muito tempo por muitos autores.

O maior botânico chinês, Li Shih Chen estudou a utilidade das sementeiras, o uso de fertilizantes e a rotação de culturas (RONAN, 1980, p.65). Essa preocupação prática de fazer a semeadura em sementeiras e só posteriormente transferir a planta para um local apropriado indica que os chineses sabiam da possibilidade da não germinação de grande parte das sementes e que, portanto, o uso de sementeiras otimizaria o plantio final, uma vez que só as mudas que de fato tivessem germinado seriam transferidas para o local definitivo. Outro fato que aparece nos registros diz respeito à observação de que nem sempre as sementes mais vistosas produziam plantas de boas qualidade, sendo necessário observar a muda para se ter certeza da sua qualidade.

As culturas indiana e hindu¹ usavam ervas como remédio e a classificação das plantas em rasteiras, árvores, ervas. Estudaram a germinação das plantas e também a sua reprodução, tanto de forma assexuada quanto sexuada. Registros apontam para estudos voltados para a aplicação prática, que reconheciam a água como elemento importante para a germinação das sementes.

A Ciência árabe herdou a sabedoria da ciência grega e algo da indiana e chinesa, sendo responsável pela transmissão desta cultura para o ocidente (MORTON, 1962, p.114). Porém, no que se refere ao estudo das plantas importava-se apenas com as questões relacionadas à agricultura e ao uso das

¹ Estamos considerando a cultura hindu como a cultura de uma parte do povo indiano, em especial os originários do povo ariano.

plantas na medicina. Aparentemente inspirada nos estudos de Aristóteles e Teofrastos, desenvolveu sistemas que permitiam armazenar sementes por longos períodos. Tem-se notícias, nesta época, do lançamento do livro das plantas de Abu al Dinawari que se preocupava em relatar a forma e a estrutura das plantas e apresentava, também, informações sobre o seu crescimento. Não parecem existir registros de estudos mais sistematizados sobre as plantas. Os estudos de que se tem notícia dizem respeito à utilização das plantas na agricultura e, portanto, os trabalhos eram voltados para esse fim.

Por volta do ano de 1200, aparecem registros que mostram as pesquisas na área da botânica, os quais assumem um aspecto mais sistematizado e menos voltado para questões essencialmente práticas. Alberto Magno (1226) divulga seus trabalhos sobre a influência da temperatura e da luz no desenvolvimento das plantas e na germinação das sementes. É importante salientar que, desde os estudos de Teofrastos, já se discutia a possibilidade da interferência da luz na germinação das sementes, tanto que, com base nesses estudos, foram criadas formas de armazenamento de sementes que, entre outras coisas, protegessem as sementes da umidade (apontando para o conhecimento da necessidade de água para germinação) e da luz.

Vamos discutir um pouco sobre os acontecimentos da “Renascença da Botânica na Europa”, dos anos 1483 a 1623.

Valerius Cordus, por volta de 1544, escreveu um relato sobre, aproximadamente, 500 plantas, o qual foi publicado em 1561. Ler sua descrição de plantas após as de seus antecessores e contemporâneos é como penetrar num novo mundo. Cada descrição segue um padrão regular e quase sempre inclui, nessa ordem: os aspectos característicos do caule e das folhas; a flor e o tempo de flora; os frutos e as sementes; o número de lóculos (partes) no fruto; as linhas de deiscência (abertura espontânea das válvulas de um fruto para deixar cair as sementes); a aparência e o número de fileiras de sementes; a raiz; se a planta era anual ou perene; o gosto e o cheiro; e o habitat. Cordus, assim, estabeleceu, a princípio, a base da descrição científica de plantas e sua influência transformadora é evidente na maioria dos principais botânicos que o seguiram. Daquele momento em diante, a descrição de plantas foi sendo gradualmente aprimorada em poder, precisão e detalhe; porém, a base foi formada por Valerius Cordus. Suas limitações foram as de seu tempo: primeiro,

a ausência do conceito de morfologia do desenvolvimento; segundo, a ignorância das verdadeiras funções e relações das partes florais; e, terceiro, a falta de uma terminologia descritiva adequada (MORTON, 1962, p. 126).

Outro grande nome do estudo das plantas que se destaca, neste período, é Conrad Gessner. Ele tinha em mente a questão do significado das diversas *differentiae* possíveis para definir plantas. Isso é mostrado em várias passagens em suas cartas para outros botânicos, nas quais, ele enfatiza que as características da flor, dos frutos e das sementes são de maior valor do que as das folhas quanto à identificação e discriminação. Nos seus últimos anos, Gessner devotou todo o seu tempo de lazer para produzir uma série de figuras visando a ilustrar um relato de todas as plantas conhecidas para ele (um trabalho paralelo ao seu *Historia Animalium*). Essas ilustrações belas e precisas foram desenhadas, pintadas e gravadas a partir de plantas vivas pelo próprio Gessner – uma proeza incrível por si só, mas ainda mais notável cientificamente, porque Gessner incluiu detalhes separados de flor, fruto e semente para cada planta, em alguns casos, observados claramente com o auxílio de lentes de aumento.

Andrea Cesalpino (1519-1603) foi sem dúvida, um dos grandes nomes da Botânica neste período. Cesalpino incluiu muitos outros detalhes morfológicos observados com precisão nas diferentes seções de *De Plantis*, alguns dos quais serão mencionados mais tarde; neste momento é necessário acrescentar, apenas, que ele deu o relato mais completo sobre a estrutura e a germinação de sementes desde Teofrastos. Ele percebeu a ocorrência de uma plântula embrião em todas as sementes e descreveu as sementes com duas divisões *semina bifida* (dicotilédones: ele usou o termo *divisio* ou *foliola* para cotilédone) e as comparou com o trigo, com apenas uma divisão (monocotilédones). O surgimento de broto e raiz na germinação é descrito em vívidos detalhes, e a germinação epigeu é claramente diferenciada da hipogeu. A função nutritiva dos cotilédones carnosos é aceita e compreendida: eles permanecem aderidos à nova planta, enquanto seu humor leitoso e gordura são transmitidos como alimento para as partes (em desenvolvimento), em seguida os resíduos ressecados desprendem-se e caem (MORTON, 1962, p. 134).

Antes de prosseguirmos com a parte descritiva de seu trabalho, no qual ele aplicou o seu método de classificação para as plantas que ele conhecia, vamos ver como Cesalpino delineou os critérios pelos quais os grupos superiores de sua classificação são constituídos. Sua divisão primária, fundamentada na presença ou na ausência de sementes, como forma de reprodução, foi totalmente consistente com a sua visão filosófica, da mesma forma que estava, segundo as visões modernas, fundamentalmente sólida. Plantas com sementes são tratadas nos Livros 2 a 15 e plantas sem sementes no Livro 16, mas será conveniente considerá-las na ordem inversa.

O modo pelo qual plantas sem sementes estão agrupadas é um tributo ao bom senso botânico de Cesalpino, quando se considera o estado do conhecimento na época, pois demorou aproximadamente trezentos anos para que essa coleção mista pudesse ser reduzida a uma ordem rotacional. Ele começa com samambaias (ou xaxim) e seus parentes (*affines*), incluindo *Equisetum*, *Botrychium* e *Ophioglossum*, consideradas as formas mais perfeitas porque possuem raiz, pedúnculo (*pediculus* é usado para significar o raque (eixo de uma inflorescência) das samambaias, mas *caulis* para o caule da *Equisetum*), e folha. Embora careçam de flor ou semente verdadeira, elas possuem algo macio em suas folhas, o que corresponde à semente porque isso dissemina a planta.

Depois das samambaias e seus similares, vêm os grupos de plantas menos perfeitas que estão listadas nesta ordem: líquens e hepáticas (não diferenciadas), musgos (incluindo licopódios (*lycopodium*) e musgos verdadeiros), algas (algas-marinhas na sua maioria, mas incluindo alguns celenterados), e por fim, fungos. Estes grupos são considerados menos perfeitos porque apresentam menos diferenciações morfológicas; as algas têm raiz e folhas, e algumas, apenas folhas; alguns fungos têm pedúnculo e folha (píleos), outros, como trufas/túberas, apenas raiz. Cesalpino aceitou a então visão corrente de que formas menos perfeitas (algas e fungos) são produzidas a partir de matéria em decomposição, por geração espontânea, e são incapazes de produzir os de sua espécie. Ele lista 18 espécies de pteridófitas, 19 espécies de fungos e 17 espécies distribuídas entre os outros grupos. Não é surpreendente que ele tenha se enganado e incluído algumas que são capazes de produzir sementes: *Orchis* (orquídeas), *Orobanche* e *Hypocystis* com

minúsculas sementes parecidas com pó/pólen que não poderiam ser vistas germinar em condições comuns, algumas gramíneas estéreis (provavelmente atacadas por *Ustilago* e com sementes substituídas por esporos de fungos), e a comum lentilha-d'água *Lemna* (quantos botânicos já viram as sementes da *Lemna*?). Com exceção a estas anomalias, sua delimitação e classificação de plantas sem sementes foi um esforço digno de louvor (MORTON, 1962, p.138).

A descrição de plantas que produzem sementes (em que as coníferas e algumas outras gimnospermas são incluídas naturalmente) abrange os catorze livros restantes, e a classificação é muito mais completa do que a das plantas sem sementes. Desde então, resumos admiráveis do esquema de Cesalpino têm sido feitos por vários autores. Apresentaremos, aqui, os princípios mais gerais – e mais significativos – que formam a base desse esquema, e que nem sempre têm sido reconhecidos por completo.

Após a divisão em árvores e ervas, Cesalpino distribui as plantas que produzem sementes em várias classes principais, assim definidas: pela posição relativa do fruto e outras partes florais (basicamente, segundo o ovário estando na posição superior ou inferior); pelo número de sementes por fruto; pelo número de lóculos no fruto maduro; e, às vezes, pela placentação de sementes nos pericarpos. Deve-se observar que, embora ele tenha definido o fruto precisa e corretamente como “consistindo da semente e das partes que contêm sementes”, freqüentemente usava o termo semente ao se referir a frutos de uma semente com indeiscência ou partes de frutos (cariopses, aquênios, nozes pequenas e cremocarpos).

O fracasso em distinguir entre frutos com uma semente e verdadeiras sementes expostas foi universal entre os botânicos da época e durante dois outros séculos. A confusão não é final e completamente dissipada, até que a natureza fundamental da semente fosse compreendida no século dezenove, encontra-se permanentemente conservada como relíquia no discurso comum não botânico. As classes maiores ou principais são definidas brevemente, mas explicitamente, por Cesalpino, porém as características usadas para formar os agrupamentos subsidiários não estão listadas da mesma forma. Isso deu origem à visão, totalmente errônea (infelizmente partilhada e difundida por Sachs), de que Cesalpino, simplesmente, criara uma série de classes

superiores baseada, bastante artificialmente, só na frutificação, e que tais classes não foram subdivididas posteriormente.

Agora, em primeiro lugar, é claro que Cesalpino estudara Teofrastos de modo extensivo e crítico, e percebera que as relações entre as partes florais, que ele havia observado entre as possíveis diferenças específicas para classificação, eram, na verdade, de particular importância: por razões teóricas, pois eram características vinculadas essencialmente ao processo de desenvolvimento (ontogenia, reprodução) e por razões empíricas, pois tais características foram encontradas, por meio de observações, como estando associadas a outras, de um modo que levou aos agrupamentos naturais baseados em várias características. Cesalpino, assim, levou um dos maiores feitos da botânica antiga para a ciência moderna e suas classes superiores estavam bem longe de serem meros agrupamentos artificiais.

Ele também não se deteve frente à delimitação das classes mais extensamente aceitas. Em face à sua própria afirmação das técnicas apropriadas para a classificação completa, teria sido muito improvável que ele procedesse de uma forma diretamente contrária à sua intenção manifesta de descobrir *genera et species*, ou seja, agrupamentos classificatórios, em níveis, das classes superiores até as espécies que se auto-reproduzem. Mesmo um levantamento superficial do arranjo das plantas em seus grupos superiores é uma evidência convincente de que ele era um observador muito perspicaz e que, de fato, utilizou muitas características morfológicas para o auxiliar nos agrupamentos subsidiários de plantas. Infelizmente, ele não relatou, explicitamente, as características que usou, mas existem muitas declarações casuais que são bastante reveladoras.

Os princípios de Cesalpino o levaram a juntar um número notável de conjuntos naturais, não apenas de espécies dentro de um gênero (no senso moderno) mas, ainda mais significativo, de espécies e gêneros que correspondem a famílias modernas (ou suas seções), e isto inclui *Leguminosae*, *Umbelliferae*, *Labiatae*, *Liliaceae*, *Graminae*, *Chenopodiaceae*, *Cruciferae*, *Rubiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Euphorbiaceae*, *Ranunculaceae*, *Compositae*, *Valerianaceae*, *Primulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Verbenaceae*, *Cucurbitaceae*, *Boraginaceae*, *Rosaceae*. É verdade que alguns destes grupos (os primeiros cinco, por exemplo) tenham sido reconhecidos até certo ponto por

outros botânicos, mas somente com na base na semelhança geral de forma e modo de vida.

Também é correto afirmar que Cesalpino tivesse algumas coleções estranhas e desajustadas para os padrões atuais, mas algumas delas resultariam de razões meramente técnicas. Para citar apenas um exemplo, somente o uso de uma lente melhor, do que aquela que, provavelmente, encontrava-se disponível na sua época, poderia ter lhe mostrado que a única “semente” (bolota → fruto do carvalho) do *Quercus* era, na verdade, a única sobrevivente das seis em um ovário encerrado de uma árvore (*conceptaculum*). Tais lacunas inevitáveis na observação estavam propensas a introduzir elementos de artificialidade, mas elas não podem diminuir a magnitude do avanço que ele fez.

O principal aspecto negativo quanto à aplicação de seus próprios princípios norteadores foi seu insucesso em fazer um uso mais completo das partes da flor em vez das do fruto. Isso não foi devido ao insucesso em reconhecê-las, mas foi provavelmente mais o resultado da falta de conhecimento da reprodução sexual nas plantas. Uma vez que a função dos estames e da corola era desconhecida, Cesalpino, sem sombra de dúvida, presumiu que eles eram menos importantes e se formavam apenas por prazer (MORTON, 1962, p. 139-141).

Deve-se enfatizar que Cesalpino, em comum com todos os botânicos contemporâneos, usavam o termo flor de uma forma menos abrangente que os botânicos modernos. Para ele, a flor (*flos*) consistia do conjunto das sépalas (órgão ou peça em forma de cálice) e corola (não designadas separadamente por ele, mas referida como *folium*, folha, caso unidas, ou *folia*, folhas, caso compostas por membros distintos), os estames e o estilo. De forma surpreendente, ele usa a palavra *stamina* para se referir ao estilo, contrário ao que já estava se tornando de uso comum entre os botânicos (em uma passagem, excepcionalmente, ele denomina os estames da rosa de *stamina!*). Seu termo geral para estames é *floci*.

Assim, a flor não incluía o ovário (*conceptaculum*, *vasculum*, *receptaculum*) ou as sementes. Menciona que os estames (*floci*) são muito numerosos em plantas como a papoula, que têm muitas sementes, “como se cada uma fosse o produto de sementes simples”, e declara que elas são as

partes a partir das quais as flores exalam (dissipam-se), uma idéia adotada muito mais tarde por Tournefort. Obviamente, Cesalpino não tinha idéia da função sexual dos estames. Cita ainda que, em algumas plantas, as “flores” podem ser reduzidas aos estames apenas, como na arruda do prado, *Thaliethrum*.

Sachs, outro grande nome do estudo das plantas desse período, depositou grande ênfase na declaração de Cesalpino, segundo a qual, como as samambaias não têm flor e sementes, elas carecem de um caule verdadeiro. Considerando-se tal declaração como a origem de uma crença enganosa há muito tempo corrente e ressuscitada no século XIX, a de que samambaias não possuem caules. Entretanto, Cesalpino apenas repetia uma opinião aceita de modo geral, uma vez que Ruel declara, cinqüenta anos antes, como um fato aceito, que somente plantas que produzem sementes (e samambaias, ele diz, não produzem) têm um caule.

Segundo Morton, os autores, de uma maneira geral, não estão seguros quanto à origem dessa crença. Talvez a inferência tenha sido tirada da associação de Aristóteles quanto à formação da semente com as extremidades superiores dos caules das plantas. Ela não pode ter originado de Teofrastos porque este, ao se referir às samambaias *adianton* e *trichomanes*, diz que elas têm um caule similar, embora a descrição mostre que ele se referia, na verdade, ao raque (ráquis = eixo de uma inflorescência) da folha. Plínio não diz nada para implicar que as samambaias não têm caules, mas usa os termos *ramus*, *ramulus* ou *pediculus* (e não *caulis*) para se referir ao raque: no caso de uma samambaia, *asplenon*, ele menciona que esta não tem nem caule, nem flor, sem semente. Alguns autores afirmam que, provavelmente, Dioscorides seja a fonte mais provável dessa crença, pois, em quatro das sete ou oito samambaias mencionadas no seu livro sobre ervas, ele assinala, expressamente, a ausência de caule, e em nenhuma ele diz que ele esteja presente.

Até aquele momento, a visão dos vegetais era ainda a aristotélica, que acreditava que as plantas se comportavam de modo semelhante a animais de cabeça para baixo. Nossa compreensão moderna da fisiologia das plantas, em especial da fotossíntese, começou quando o pesquisador Jan Baptist van Helmont (cerca de 1577-1644) enfrentou o desafio de Nicholas de Cusa

(expresso na seção "De Staticis" de seu *Idiota de mente ou O Leigo: sobre a Mente*) para pesar uma planta e seu solo antes e depois do crescimento. Num dos primeiros experimentos biológicos cuidadosamente planejados, Jan Baptist van Helmont ofereceu a primeira evidência experimental de que o solo não alimentava as plantas. Van Helmont cultivou uma pequena árvore de salgueiro num vaso de cerâmica, no qual colocava apenas água. Ao final de 5 anos, o salgueiro apresentava um aumento de peso de 74,4 quilogramas, ao passo que o solo havia decrescido apenas 57 gramas em peso. Com base nestes resultados, van Helmont concluiu que todas as substâncias da planta eram produzidas a partir da água e nenhuma a partir do solo. Em 1727, o botânico inglês Stephan Hales observou que as plantas usavam principalmente o ar como fonte de nutrientes para o seu crescimento.

Nesta época, a teoria do flogisto (ou do flogístico) tem a sua origem (segunda metade do século dezessete). Um químico alemão chamado Georg Ernst Stahl desenvolve a teoria de que os corpos combustíveis possuem uma matéria chamada flogisto, que é liberada ao ar durante a queima. Flogisto vem do grego e significa inflamável. A absorção dos flogistos do ar seria feita pelas plantas. Stahl também afirmava que, pelo fato da oxidação dos metais ser um processo análogo à combustão, também devia envolver perda de flogisto.

De maneira semelhante, o aquecimento dos óxidos metálicos (também chamados de cal viva) com carvão devolvia-lhes o flogisto. Assim sendo, concluiu que a cal viva deveria ser um elemento, enquanto que o metal seria um composto.

Alguns químicos da época foram fascinados por esta teoria, que no final do século dezoito passa a ser fortemente atacada pelo famoso químico francês Antoine Lavoisier.

Segundo a teoria, os metais deveriam perder flogisto quando fossem expostos ao aquecimento, mas, de acordo com os próprios defensores da teoria, esses ganhavam peso, o que levou Lavoisier a refletir sobre o que aconteceria com o elusivo flogisto.

Lavoisier levou muitos anos tentando derrubar, definitivamente essa teoria, mas somente com a descoberta acidental do oxigênio (batizado por Priestley de *ar desflogisticado*), feita por Joseph Priestley, no dia 01 de agosto de 1774, é que se teve base para enfrentar a teoria do flogisto.

J. Priesley (1733-1804) relatou que "acidentalmente havia encontrado um método de restaurar o ar que havia sido prejudicado pela queima de velas acesas". Em 17 de agosto de 1771, Priesley "colocou um ramo de hortelã (vivo) no ar que uma vela de cera havia sido queimada e descobriu que, no 27º. dia do mesmo mês, outra vela poderia ser acesa no mesmo ar". "O agente restaurador que a natureza emprega para este propósito", afirmou ele, era "a vegetação". Priesley ampliou suas observações e logo demonstrou que o ar "restaurado" pela vegetação não era "absolutamente inconveniente para um camundongo". Os experimentos de Priesley ofereceram a primeira explicação lógica de como o ar permanecia "puro" e capaz de sustentar a vida, apesar da queima de chamas incontáveis e da respiração de muitos animais. Quando Priesley foi homenageado com uma medalha pela sua descoberta, num trecho do seu discurso afirmou que : "Por estas descobertas, podemos estar seguros de que nenhuma planta cresce em vão...mas limpa e purifica a nossa atmosfera." (MORTON, 96 p. 152). Este resultado foi o feito da revolução na química desencadeada por Lavoisier e levada avante por Gay-Lussac, Avogadro, Gerhardt e outros no começo do Século XIX. A capacidade de colocar dois gases invisíveis num equilíbrio e comparar seus pesos demonstrou ser o segredo para a elucidação dos pesos atômicos e para decifrar os segredos tanto do átomo quanto da célula.

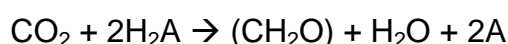
Ao contrário de Priesley, Lavoisier percebeu que o "ar desflogisticado" não era um elemento e sim um componente do ar que vinha procurando. Com isso, Priesley havia trazido a peça que faltava no quebra-cabeça.

Por meio de intensas investigações, repetindo os experimentos de Priesley entre os anos de 1775 a 1780, Lavoisier estava convencido de que o ar de Priesley era o princípio ativo da atmosfera. Realizando vários experimentos brilhantes, Lavoisier mostrou que o ar contém 20 por cento de oxigênio e que a combustão é devida à combinação de uma substância combustível com o oxigênio. Ficou provado também o seu papel na respiração.

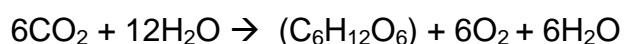
Em 1789, Lavoisier batizou a substância de oxigênio, nome que vem da palavra grega e significa "formador de ácido", porque ele acreditava que todos os ácidos continham oxigênio, o que mais tarde provou-se não ser verdade.

Posteriormente, o médico holandês Jan Ingenhousz (1730-1799) confirmou o trabalho de Priesley e mostrou que o ar era absorvido e liberado pelas partes verdes das plantas. Em 1796, Ingenhousz sugeriu que o dióxido de carbono seria quebrado na fotossíntese para produzir carbono e oxigênio, sendo o oxigênio então liberado como um gás. Posteriormente, descobriu-se que a proporção entre os átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio existentes nos açúcares e no amido era de um átomo de carbono por molécula de água (CH₂O), conforme o nome carboidrato indica. Assumia-se que os carboidratos originavam-se da combinação de moléculas de água, átomos de carbono, do dióxido de carbono e que o oxigênio era liberado a partir do dióxido de carbono. Esta hipótese, inteiramente razoável, foi amplamente aceita, mas foi posteriormente derrubada em função das novas descobertas. O pesquisador que colocou em dúvida tal hipótese aceita por tanto tempo, foi C. B. van Niel, da Universidade de Stanford. Van Niel, então um estudante de graduação, investigava a atividade de diferentes tipos de bactérias fotossintetizantes. Um grupo específico destas bactérias - conhecidas como bactérias vermelhas sulfurosas - reduzia o carbono a carboidrato durante a fotossíntese, mas não liberava oxigênio. As bactérias vermelhas sulfurosas necessitam de sulfeto de hidrogênio para a sua atividade fotossintética.

Esta descoberta foi simples e não atraiu muita atenção até o momento em que van Niel divulgou uma extrapolação audaciosa. Ele propôs a seguinte equação genérica para a fotossíntese.



Nesta equação, H₂A representava uma substância a ser oxidada tal como o sulfeto de hidrogênio ou hidrogênio livre. Em algas e plantas verdes, entretanto, H₂A é a água. Em resumo, Van Niel propôs que a água, e não o dióxido de carbono, era a fonte de oxigênio na fotossíntese. Esta especulação, proposta no início da década dos anos 30, foi apontada anos depois quando os pesquisadores utilizaram o isótopo pesado do oxigênio (¹⁸O₂) para definir o caminho percorrido pelo oxigênio da molécula da água até o gás oxigênio:



Somente há cerca de 200 anos, descobriu-se que a luz era necessária para o processo que agora chamamos de fotossíntese. De fato, a fotossíntese ocorre em duas etapas e apenas uma delas é dependente de luz. A evidência

de que este processo ocorre em duas etapas foi primeiro apresentada em 1905 pelo fisiologista vegetal inglês F. F. Blackman como resultado de experimentos nos quais ele media os efeitos isolados e combinados de mudanças na intensidade luminosa e na temperatura sobre a taxa de fotossíntese. Estes experimentos mostraram que a fotossíntese era constituída por uma etapa dependente de luz e por uma etapa não-dependente de luz. Nos experimentos de Blackman, as taxas das reações independentes de luz aumentavam à medida que a temperatura aumentava, mas apenas até cerca de 30 graus, após o que começavam a decrescer. A partir desta evidência, concluiu-se que estas reações eram controladas por enzimas, pois é desta forma que se espera que as enzimas respondam à temperatura. Desde então, tem-se provado que esta conclusão é correta. Na primeira etapa da fotossíntese - a etapa de luz - a energia luminosa é utilizada para formar ATP a partir de ADP, bem como, para reduzir moléculas transportadoras de elétrons, principalmente a coenzima NADP⁺.

Na segunda etapa da fotossíntese - a etapa não dependente de luz - a energia do ATP é utilizada para ligar, covalentemente, o dióxido de carbono a uma molécula orgânica, enquanto que o poder redutor do NADPH é utilizado para reduzir o átomo de carbono recém-ligado ao nível de oxidação dos átomos de carbono de um açúcar simples. Neste processo, a energia química do ATP e do NADPH converte-se em formas de energia adequadas ao transporte e ao armazenamento, gerando, ao mesmo tempo, os esqueletos de carbono a partir dos quais todas as outras moléculas orgânicas são sintetizadas. Esta conversão do CO₂ em compostos orgânicos é conhecida como fixação de carbono.

A partir de então, a fisiologia teve que remontar às leis naturais que regem as funções dos órgãos vegetais e a anatomia passou a representar um papel preponderante, em que os botânicos se familiarizaram com a estrutura interna das plantas e puderam melhor determinar as relações entre as estruturas microscópicas dos órgãos e as funções reveladas pela experimentação.

No início do século XX, em 1902, Gottlieb Haberlandt faz as primeiras tentativas de cultivar tecidos, impulsionado, provavelmente, pelas teorias da totipotência celular. O princípio da cultura de tecido e das células tronco tão

discutidos nos dias atuais, têm aqui o seu início. Esse trabalho obtém novos êxitos em 1939 quando Nobécourt e Gautheret conseguem produzir tecidos vegetais *in vitro*.

Estudos mais recentes apontam para a influência da intensidade luminosa na germinação das sementes e o desenvolvimento das plantas. Em 1920, Garner e Allard desenvolvem um experimento indicando que sementes plantadas em épocas diferentes, porém na mesma latitude, florescem na mesma época, enquanto que sementes plantadas em latitudes diferentes, ainda que na mesma época, florescem em épocas diferentes, sendo que quanto mais próximas ao equador, mais cedo é o florescimento. São os primeiros indicativos da existência de pigmento fitocromo na planta, que hoje sabemos ser o controlador da relação entre a germinação, o florescimento e a luz que a planta recebe. Desde Charles Darwin, existem registros apontando para a procura desta relação (GALSTON ; DAVIES, 1972, p. 2). Em 1937, outros experimentos apontam para o fato da luz induzir a germinação das sementes (quebra da dormência) (WHATLEY, 1982, p.45). Esse mecanismo só será completamente esclarecido décadas mais tarde.

Em 1937, um grande avanço para a compreensão do fenômeno da germinação das sementes tem início com a identificação da auxina, hormônio vegetal identificado por Fritz Went. Trabalhos publicados na década de 40 atestam que durante a germinação, independente da posição em que a semente é colocada na terra, a raiz, ao germinar sempre procurará a terra, mostrando o que se conhece hoje como geotropismo positivo, posteriormente, ficou comprovada a ação do hormônio auxina neste processo. (GALSTON ; DAVIES, 1972, p.52).

Os trabalhos envolvendo a fisiologia vegetal intensificam-se e em meados de 1950, a relação existente entre a embebição da semente (absorção de água pela semente) e a sua germinação é finalmente esclarecida. Podemos observar que, embora a necessidade de água para que a semente germine seja conhecida desde antes de Cristo, só agora esse conhecimento é sistematizado. Com a descoberta do hormônio giberelina, por Kurosawa, o processo é esclarecido: a giberelina é um dos hormônios responsáveis pela quebra da dormência do embrião, o que leva à germinação da semente. Quando a semente é embebida, o embrião aumenta a produção de giberelina e

essa atua na quebra das reservas alimentares do embrião na semente o que leva ao seu desenvolvimento e posteriormente, à germinação (GALSTON ; DAVIES, 1972, p.93).

Ainda nesta década temos o reconhecimento de outro hormônio vegetal, a citocinina, identificada por Miller e seus colaboradores. Em 1941, J. Van Overbeeck descobriu que a água de coco verde estimula o crescimento de embriões e promove a divisão de células isoladas. Em 1955, Carlos Miller conseguiu isolar a substância ativa e chamou-a de cinetina. Vários compostos sintéticos foram sendo produzidos e o grupo formado por eles foi denominado como citocininas, que são, predominantemente, encontradas em sementes em germinação e frutos jovens.

A influência da luz sobre a germinação da semente só é explicada (embora discutida desde antes de Cristo) na década de 60, quando Wereing e seus colaboradores e Addicott e seus colaboradores descobrem uma substância, presente na planta, que inativa as suas sementes durante alguns períodos específicos e que, para ser “desativada”, necessitaria de períodos de claro (grande intensidade luminosa) ou de frio. Essa substância, conhecida como ácido abscísico, presente em grande quantidade em sementes, inativa a semente. Para que ocorra a inativação desta substância e a germinação, a semente deveria passar um período de 4 a 6 semanas de frio intenso, para que, posteriormente, pudesse germinar. Pesquisas desenvolvidas por esses dois grupos de pesquisadores apontaram que este mecanismo impediria que as sementes das plantas do hemisfério norte germinassem durante o outono e fossem mortas no inverno. Como elas deveriam passar por semanas de intenso frio para germinar, isso faria com que iniciassem sua germinação já no final do inverno (GALSTON ; DAVIES, 1972, p.95).

Na década de 1970, iniciam-se as pesquisas com a manipulação gênica. Em 1978, Chaleff e seus colaboradores produzem, *in vitro*, as primeiras plantas resistentes a herbicidas. Esses trabalhos culminam, em 1986, nos primeiros ensaios, em campo, com as plantas modificadas, conduzidos por Pasternak e essas plantas são resistentes a vírus, bactérias e insetos.

Desde a década de 80, as pesquisas estão mais voltadas à manipulação genética das sementes, produzindo variedades mais resistentes a pragas e a fatores ambientais adversos.

Capítulo 3
A abordagem Metodológica

3 A ABORDAGEM METODOLÓGICA

Nossa pesquisa foi realizada nos moldes de uma pesquisa qualitativa, definida por Lüdke e André (1986, p.13) como pesquisa que apresenta o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Supõe o contato direto e prolongado do pesquisador como ambiente e a situação que está sendo investigada, via de regra, por meio do trabalho intensivo de campo.

Outro ponto que caracteriza a pesquisa qualitativa na qual nossa pesquisa se encaixa, é quanto à coleta de dados. Ainda segundo Lüdke e André (1986, p.12), os dados coletados em uma pesquisa qualitativa são, predominantemente, descritivos. O material obtido nessas pesquisas é rico em descrições de pessoas, de situações e de acontecimentos. Inclui transcrições de entrevistas e de depoimentos, fotografias, desenhos e extratos de vários tipos de documentos. Citações são, freqüentemente, usadas para subsidiar uma afirmação ou esclarecer um ponto de vista. O pesquisador deve atentar para o maior número possível de elementos presentes na situação estudada, pois um aspecto supostamente trivial pode ser essencial para a melhor compreensão do que está sendo estudado.

Considerando o objeto de estudo tratado, procuramos desenvolver uma pesquisa com essa abordagem, pois, como afirmam Lüdke e André (1986), "a pesquisa qualitativa [...] enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes" (p.13).

Com o intuito de imergir na realidade dos alunos (FREIRE, 1979, p.18) e imprimir um caráter intencional, que não permanecesse simplesmente na constatação dos fatos (SAITO, 2002 p.56), optamos por desenvolver os estudos nas turmas em que a pesquisadora ministrava aulas

Assim, esta investigação foi realizada, tendo, como público alvo, duas turmas de formandos do curso de Pedagogia de um Centro Universitário privado, na cidade de Londrina-PR. As atividades foram aplicadas durante as

aulas da disciplina de Conteúdo e Metodologia de Ciências, em duas horas-aula semanais, por, aproximadamente, quatro meses.

As duas turmas perfaziam juntas, um total de oitenta e três alunos, todos do sexo feminino, com idades variando entre 22 e 56 anos. Cerca de 40% dos alunos possuía um intervalo entre o término do Ensino Médio e a entrada no Ensino Superior, de cerca de 5 anos, sendo que em alguns casos, esse intervalo era superior a vinte anos. Dentre os alunos, menos de 50% já exercia a docência, em centros de Educação Infantil ou em escolas de séries iniciais de Ensino Fundamental, sendo que, destes, 85% em escolas da iniciativa privada. De maneira geral, cerca de 88% exercem atividades remuneradas, remuneração esta que, em grande parte dos casos, era usada para custear os gastos com a faculdade.

A maioria, cerca de 67% pertence a famílias de classe média e média baixa; 92% estudou, durante o ensino fundamental e médio, em escolas públicas e cerca de 53% afirmavam que nem sequer tentaram vestibular em uma Universidade pública, pois sabiam que não teriam condições de serem admitidas.

As alunas demonstravam, desde o início, grande interesse pelas aulas de Conteúdos e Metodologia de Ciências, sendo de forma geral, bastante participativas.

Nosso intuito, nesta investigação de abordagem, foi perceber a possibilidade da integração da História da Ciência com as atividades experimentais como importante instrumento na formação de professores das séries iniciais do Ensino Fundamental, tendo, como forma de estruturação da atividade experimental (execução, registro e análise), o Vê epistemológico de Gowin. Nesta perspectiva, procuramos escolher um conteúdo que se prestasse a essa abordagem e que, ao mesmo tempo, fizesse parte dos conteúdos que são tratados nas aulas de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Neste contexto, escolhemos trabalhar os conceitos relacionados à germinação das sementes, uma vez que são trabalhados em quase todas as etapas do Ensino Fundamental, em especial nas séries iniciais, geralmente, valendo-se da “experiência do feijãozinho”.

Para essa investigação, inicialmente, realizamos a reconstrução histórica dos principais conceitos relacionados à germinação, selecionando

textos que representassem recortes históricos de momentos importantes (significativos) na formação desses conceitos. Parte dos textos da reconstrução histórica foram, usando os cuidados para uma transposição didática, transformados em textos para as atividades com os alunos. Para a utilização desse material, procedemos uma rigorosa análise dos mesmos, destacando os pontos que se prestavam à elaboração de um material que atendesse às nossas necessidades, ou seja, as de criar um conjunto de atividades que auxiliassem o nosso trabalho junto aos alunos do 4º. ano de Pedagogia. Esse trabalho foi, teóricamente, fundamentado, pois buscamos respaldo em pesquisas que abordassem a Formação de Professores, o uso da História da Ciência na sala de aula, as relações entre a História da Ciência e o Desenvolvimento Cognitivo de Crianças, além das relativas à Transposição Didática.

De posse deste material, destacamos, baseando-nos na reconstrução, alguns pontos: o momento em que o homem compreende, ainda que de forma incipiente, o que é uma semente; o segundo momento que nos parece relevante é quando descobre que alguns materiais “dão origem a novas plantas” os quais não se tratam de sementes; o terceiro ponto importante seria o momento em que se descobre os fatores ambientais que interferem na germinação da semente; e, finalmente, o momento em que se tornam explícitos os mecanismos da germinação. Esses pontos nos pareceram significativos, epistemologicamente, na formação do conceito de semente e de germinação da semente. Assim, nossa intenção foi a de, durante as atividades, responder a essas questões. Para isso, colhemos, junto à literatura, material para nos auxiliar na construção de um conjunto de atividades que atendessem às nossas necessidades.

Desta forma, a aplicação da proposta seguiu a ordem descrita a seguir:

A coleta dos dados foi realizada nos meses de junho, julho, agosto e setembro, perfazendo um total de 10 encontros, com duração de duas horas aula cada. Nosso primeiro movimento para a realização desta investigação foi capacitar os alunos para o uso do Vê de Gowin. Inicialmente, apresentamos aos alunos o Vê epistemológico de Gowin. Esse trabalho foi feito com o auxílio de um texto explicativo (Anexo A) e, posteriormente, com a aplicação de diversas atividades envolvendo os conteúdos de Astronomia (Anexo B).

Realizamos este trabalho valendo-nos de outros conteúdos, antes de iniciarmos a experiência com a germinação da semente para que, quando da aplicação das atividades usadas para esta investigação, o uso do Vê de Gowin já não se constituísse em um problema para os alunos.

Posteriormente, realizamos uma atividade para apresentar aos alunos o uso da história da Ciência na sala de aula. Essa atividade consistiu de uma aula demonstrativa que enfocava os aspectos históricos da formação dos conceitos relativos à circulação sanguínea. A atividade foi completada pela leitura de um texto que discutia a importância dos aspectos históricos para as aulas de ciências. O texto usado para o trabalho com os alunos encontra-se no Anexo C. Os registros da impressão dos alunos sobre o uso da história da Ciência nas aulas do ensino fundamental, estão no Anexo D.

Demos, então, início às atividades envolvendo os conceitos relativos à germinação das sementes.

Criamos, com os alunos, uma questão inicial para subsidiar a nossa primeira discussão: Como saber que estamos diante de uma semente? Essa questão-foi apresentada aos alunos na forma de questão-foco a ser resolvida.

Ao final dessa atividade, diante dos problemas apresentados durante a mesma, criamos, com os alunos, uma segunda questão-foco: Quais as partes de uma semente?

Ao estudarmos as partes da semente, surgiram questões que nos levaram ao próximo ponto: quais os fatores que interferem na germinação da semente?

As discussões resultantes desta atividade nos levaram ao último ponto que pretendíamos abordar: quais os mecanismos envolvidos na germinação, ou como apresentado pelos alunos, “como a semente sabe que é para ela germinar”.

Ao final de cada atividade, textos selecionados a partir da reconstrução histórica foram trabalhados com os alunos, reforçando-se o caráter histórico da atividade.

Todas as atividades foram realizadas envolvendo todos os alunos da turma, durante as aulas de Conteúdo e Metodologia de Ciências, com o intuito de termos o mínimo de interferência nos resultados, uma vez que não afastamos o aluno da realidade escolar. As atividades foram realizadas,

normalmente, uma vez por semana, com duração de aproximadamente uma hora e quarenta minutos (duas horas-aula), empreendendo-se, nesse período, todas as explicações necessárias, a organização da sala e a distribuição dos materiais, a realização da atividade propriamente dita, o recolhimento dos materiais e a realização do preenchimento do diagrama Vê. Em todas as atividades, em decorrência da necessidade de tempo para observação dos fenômenos desejados, a finalização do Vê ocorria sempre na aula seguinte. A leitura dos textos históricos sempre precedeu o preenchimento da parte do Vê relativa aos resultados, pois esperávamos que o material apresentado auxiliasse na reestruturação dos conhecimentos prévios, tanto quanto o experimento realizado. Nas atividades 01 e 02, solicitamos que os alunos lessem um texto síntese dos textos históricos, pois julgamos que, por tratar-se de materiais mais complexos, essa síntese seria necessária.

A análise do material produzido pelos alunos procurou encontrar evidências de uma aprendizagem significativa, bem como, indícios da percepção da ciência como conhecimento em constante construção e, portanto, sujeito mudanças constantes.

Sabedores que uma pesquisa qualitativa deve se pautar por dois tipos de validação: a interna e a externa, procuraremos apresentar mais alguns dados de como procuramos realizar essa validação em nossa pesquisa.

A validação interna segundo Turato (2003, p.389), é um processo envolvendo o autor e seu projeto e que configura rigores para que a apreensão dos fenômenos dê a estes o atributo de verdade, isto é, estejam em conformidade com o real, graças à função e ao poder adequados do pesquisador, dos recursos gerais e dos instrumentos auxiliares da pesquisa. É composta por: experiência do pesquisador com pesquisas qualitativas; planejamento adequado dos métodos, técnicas e procedimentos; estabelecimento de relação favorável com os informantes no decorrer da pesquisa.

É importante ressaltar que embora o duplo papel de professor/pesquisador pareça permitir que a coleta de dados se proceda de forma mais completa, uma vez que o pesquisador está imerso na realidade que está investigando, não podemos negar que a separação entre os papéis é, por vezes, difícil. Imaginamos que, se de forma geral a subjetividade do

pesquisador já é um ponto a ser considerado nas pesquisas qualitativas, quando o professor é o pesquisador essa subjetividade torna-se ainda mais presente, um função da relação que o professor desenvolve com a sala.

Diante disso, em relação à validação interna da pesquisa procuramos estabelecer alguns critérios. Embora conscientes que, durante uma pesquisa, muitas variáveis podem interferir na duração da captura dos dados, pré-estabelecemos as atividades que seriam realizadas e o tempo para cada uma delas, sendo fiel a esse cronograma inicial, nas duas salas nas quais a pesquisa se realizou.

Como nosso objeto de estudo incluiria, além da análise das discussões de sala de aula, os registros escritos de todos os alunos, procuramos interferir nas situações da sala de aula exatamente como interferiríamos em outras situações, ou seja, procuramos manter o ambiente da sala o mais próximo possível do que acontecia em outras aulas. Outra preocupação foi com a escolha dos exemplares apresentados, pois procuramos apresentar exemplares de diferentes níveis de compreensão, que representassem a maioria dos casos ocorridos em sala de aula. Optamos por apresentar sempre os mesmos alunos para que se pudesse ter uma noção da evolução do pensamento destes alunos, em função da atividade desenvolvida. Diante da dificuldade de apresentar e discutir mais exemplares, nos preocupamos em apresentar um número que consideramos significativo de exemplares nos anexos do trabalho (pesquisa e análise).

Os registros utilizados em nossa pesquisa podem ser arrolados em apontamentos e diário de campo do pesquisador. Procuramos realizar anotações que propiciassem reflexões posteriores a respeito do andamento de nossa pesquisa.

Não tivemos a oportunidade de desenvolver este trabalho com outras turmas, em especial as turmas que apresentassem outro docente, pois em virtude do número de turmas ser, relativamente pequeno, não há outro docente para esta disciplina.

Já a validação externa é um processo que envolve o autor e seus interlocutores acadêmicos; pode ser feita com: supervisão com pesquisador experiente, discussão dos achados com seus pares em reuniões regulares da

equipe da mesma linha de pesquisa; discussão dos resultados preliminares com platéia qualificada em eventos e reuniões científicas.

Assim, no caso de nossa pesquisa, nossa validação externa se realizava em discussões em nosso grupo de pesquisa, envolvendo em especial, pesquisadores bastante experientes em pesquisas em Ensino de Ciências.

Capítulo 4
A aplicação da proposta
E seus resultados

4 A APLICAÇÃO DA PROPOSTA E SEUS RESULTADOS

Baseando-nos nos referencias já citados, desenvolvemos um conjunto de atividades que visam a investigar a eficácia da abordagem proposta, envolvendo o uso da História da Ciência, atividades experimentais e o registro dessas, por meio de Vê de Gowin, para a formação de professores da séries iniciais. Durante nossas pesquisas bilbliográficas, não encontramos nenhuma referência que apontasse para um conflito teórico-metodológico para essa articulação e, durante a aplicação da abordagem proposta pudemos perceber como os referênciais usados completaram-se de forma bastante harmônica, apresentando indícios de que podem ser usados como mais um processo de formação de professores. Outro ponto que merece destaque é o fato de não termos encontrado nenhum outro trabalho com esse enfoque.

Vamos apenas destacar alguns pontos que nos parecem fundamentais para justificar a adoção de uma abordagem que tenha como ponto forte essa articulação.

Nossa preocupação em voltarmos nossa investigação para a formação de professores do ensino fundamental advêm de nossa crença de que essa etapa é a mais importante fase da escolarização, primeiro, por ser uma etapa a que a grande maioria da população tem acesso e, depois, porque acreditamos que as experiências que os alunos tiverem nessa fase de suas vidas, servirão de subsídio para as posteriores.

A abordagem histórica está fundamentada, entre outros, nos trabalhos de Piaget sobre a epistemologia genética, que nos apontam para o fato de haver similitudes entre a forma como os indivíduos constroem seus conhecimentos e a forma como o conhecimento científico é construído. Acreditamos que, conhecendo essas relações, podemos desenvolver atividades que propiciem a construção cognitiva desse conhecimento pelos aprendizes em nossas escolas.

A importância do trabalho experimental para as aulas de ciências é inquestionável, porém, o professor das séries iniciais, geralmente, cerceia o uso dessas atividades por não sentir-se seguro. Diante disso, acreditamos que preparar o professor para esse trabalho é de suma importância. Porém, um

ponto que merece destaque é a forma como essas atividades devem ser conduzidas e seus resultados registrados e avaliados. O Vê de Gowin apresenta uma organização tal que permite ao aluno identificar, por meio de uma atividade (experimental ou não), o quê e o quanto de seus conhecimentos prévios encontravam-se distantes dos conhecimentos cientificamente aceitos, permitindo-lhe reestruturá-los, ou seja, de acordo com nosso referencial da aprendizagem significativa, ampliar e modificar seus subsunçores.

Nossas atividades centraram-se nos princípios da aprendizagem significativa, proposta por Ausubel et al. (1980); assim procuramos, inicialmente, destacar as idéias prévias dos alunos relacionadas ao assunto em questão, ou seja, mobilizamos os subsunçores; posteriormente, buscamos ampliar esses conceitos, aproximando-os dos conceitos cientificamente aceitos.

Utilizamos também do conceito de Aprendizagem Significativa Crítica, proposto por Moreira (2000) e Moreira (2006), em especial em relação aos princípios propostos pelo autor para proporcionar uma aprendizagem significativa. Segundo o autor, o aluno deve aprender de forma significativa e crítica. Assim, os alunos-professores participantes foram instigados a fazer perguntas e a analisar quais perguntas auxiliariam a continuação da atividade. As respostas não foram dadas pelo professor; os alunos extraíram dos experimentos e, em especial, dos textos históricos lidos e discutidos em sala.

Outro princípio da aprendizagem significativa crítica no qual nossas atividades se ascentam é o princípio da descentralização do livro didático e do quadro de giz. Na medida em que usamos materiais diversos, o livro didático foi utilizado apenas para que os alunos analisassem como esse conteúdo é, geralmente, abordado nas séries iniciais e para observar algumas gravuras, quando necessário. Essa diversidade de materiais consultados, além de enriquecer o material que é apresentado ao aluno, tem, também, a vantagem de apontar pontos de vista diferentes. Não defendemos aqui o abandono do livro didático e do quadro de giz, mas apenas que eles sejam usados como mais um recurso e não como os únicos recursos em sala de aula.

Assim, voltamos a destacar que a articulação estabelecida, nesta abordagem, parece-nos bastante adequada ao que ela se propõe.

Para fazermos análise dos diagramas Vê, sendo eles objetos idiossincráticos, optamos por procurar, nesses registros, evidências da aprendizagem significativa e, em especial, registros que apontassem para uma mudança na visão da construção do conhecimento científico. Assim, baseando-nos em princípios da aprendizagem significativa, faremos a análise dos diagramas construídos por 04 alunos, ao longo das quatro atividades. Esses diagramas representam os diferentes níveis de aprendizagem apresentado pelos alunos.

Conforme Gowin (1981), embora os Diagramas possam se constituir em bons instrumentos de avaliação da aprendizagem, é preciso ter claro que esses instrumentos fornecem dados essencialmente qualitativos e que portanto só podem ser analisados sob essa ótica. Assim, os dados devem ser interpretados a fim de identificar os significados que o aluno está atribuindo aos conceitos e idéias trabalhados.

Exporemos, na seqüência, o conjunto de atividades desenvolvidas e os diagramas Vê construídos.

4.1 Atividade 01: Apresentação e Análise

A primeira atividade iniciou-se com a questão-foco : “Como saber que estamos diante de uma semente?” Como os alunos já dominavam o uso do Vê de Gowin para estruturação e registro de atividades, a questão-foco foi registrada pelos alunos, individualmente, assim como os conhecimentos prévios. O gráfico (Figura 01) abaixo apresenta os conhecimentos prévios registrados pelos mesmos, durante a construção do Diagrama Vê desta atividade. O gráfico apresenta os conceitos citados pelos alunos (abcissa) e o número de alunos que registrou este conceito (ordenada).

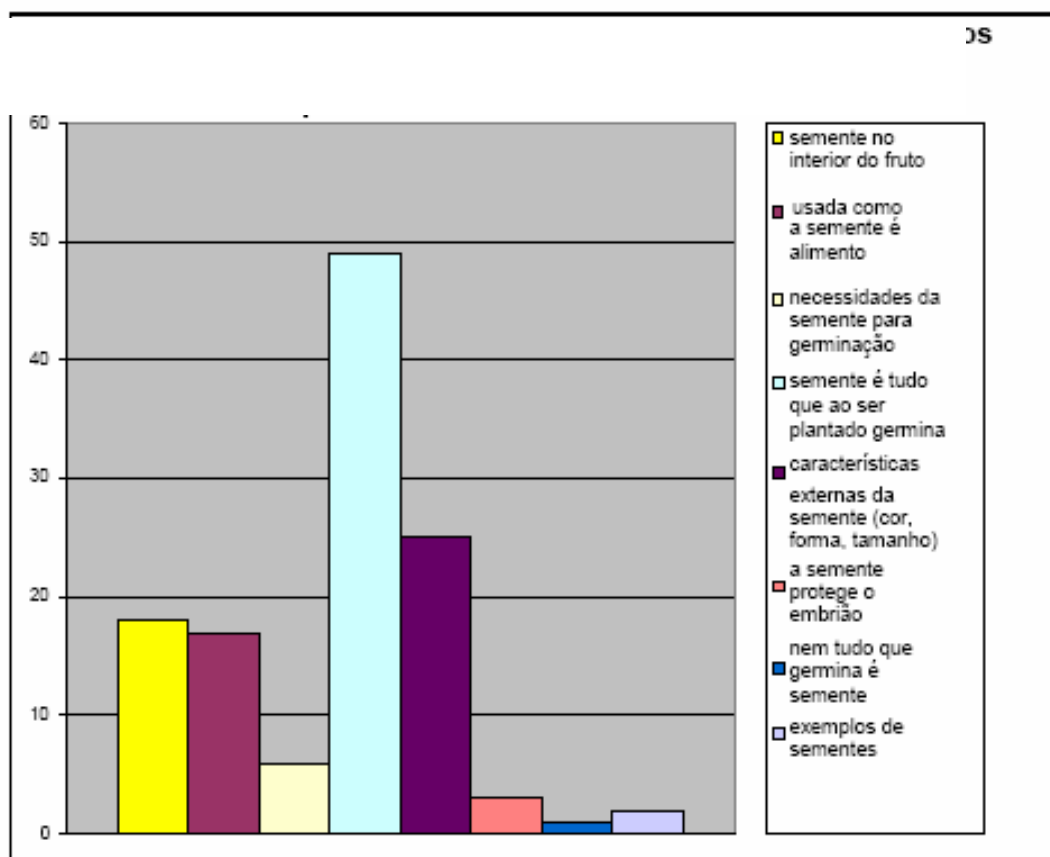


Figura 1 – Gráfico relativo aos conhecimentos prévios registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 01- Como saber que estamos diante de uma semente

Os alunos registraram, nas tabelas do Vê, suas primeiras idéias, que contavam com as mais variadas informações, dentre elas, podemos destacar : a semente gera um novo fruto; tem casca por fora e no interior é mole; é a parte do vegetal que, ao germinar, produz outro fruto; é a parte do fruto ou da flor que, geralmente, não comemos; as sementes ficam dentro da planta e têm a função de reprodução; a semente é uma futura planta, parte essencial do vegetal; ocorre dentro de vários alimentos; somente o feijão é uma semente; é o caroço das frutas; é difícil identificar o que é uma semente; a semente é um grão que se for plantado germina; é um grão com casca; podem estar dentro dos frutos ou se formar sem os frutos; são como pequenos embriões que podem se reproduzir; a semente tem aparência ovalada, pequena, compacta e deve estar dentro de um fruto. É importante ressaltar que essa é etapa bastante importante em atividades que objetivam a aprendizagem significativa. Ausubel et al.(1980) no prefácio de seu livro aponta que:

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo. (Ausubel et al., 1980 p.iv)

Embora tenhamos consciência que averiguar o que o aprendiz já sabe não é tarefa simples, acreditamos que o uso do Diagrama Vê facilitou esta tarefa. Diante disso, essa etapa de construção do Diagrama foi considerada por nós bastante importante, uma vez que nos apresentava os subsunçores aos quais os novos conceitos deveriam se ancorar.

Após esse primeiro registro, foram distribuídos conjuntos de “sementes” para grupos, formados de até 4 alunos. Todos os materiais eram de fato sementes variadas, porém, muitas delas, desconhecidas dos alunos. No conjunto, havia sementes de girassol, aveia, trigo, tremoço, feijão de vários tipos, fava, grão de bico, olho de cabra, açaí, soja negra, pinhão dentre outras, conforme a Figura 02.



Figura 02 – Sementes entregue aos alunos na atividade 01.

Foi solicitado aos alunos que, de posse dos conhecimentos prévios registrados (subsunçores), tentassem separar o que era e o que não era, na opinião deles, semente. Ao serem questionados sobre como confirmar a informação de que um determinado material pode ou não ser uma semente (questão-foco), em todos os grupos, a sugestão dada para auxiliar na resolução desta questão-foco, foi plantar o material para poder observar se

haveria ou não germinação. Nesse primeiro momento, esse fato parecia, na concepção dos alunos, resolver a questão-foco. Assim, foi solicitado que todos os materiais presentes no conjunto recebido fossem analisados e os que despertassem dúvidas fossem separados para o experimento.

Essa atividade despertou grande interesse por parte dos alunos; a grande heterogeneidade da sala, em especial em relação à idade, criou situações muito interessantes. As pessoas de mais idade, em geral, apresentavam um repertório muito mais amplo sobre a espécie da planta em questão, ou seja, sabiam que se tratava de grão de bico, tremoço, aveia, trigo. Porém, mesmo entre elas, a grande dúvida consistia em descobrir que parte da planta era aquela, pois embora conhecessem a maioria das plantas apresentadas, não tinham conhecimentos para afirmar que se tratava da semente. Os alunos mais novos desconheciam a grande maioria das sementes, não conseguindo identificar algumas espécies, o que causou um grande embate de idéias, antes que entrassem em consenso sobre o que deveria ou não ser plantado. Não houve, neste momento, qualquer influência do professor, que deixou que os grupos resolvessem o problema.

Depois que cada grupo separou as sementes que desejava plantar, foram-lhes oferecidos os potinhos, previamente preparados, para que pudessem plantar as sementes. Cada grupo plantou o número de sementes que desejou, anotando os detalhes do experimento. Observe a Figura 3.



Figura 3 – Potinhos com sementes preparados pelos grupos na atividade 01.

As sementes foram cuidadas por uma semana, no laboratório da instituição, pelos funcionários da casa de vegetação, para que pudessem germinar. Os alunos puderam acompanhar, diariamente, a germinação das sementes uma vez que a casa de vegetação da instituição pode ser usada para abrigar experimentos dos alunos e consta com funcionários para atendimento.

Os resultados foram discutidos na semana seguinte, a partir dos resultados observados. Diante da surpresa da germinação da maioria das sementes plantadas e das grandes alterações nas demais (encontravam-se entumecidas, com a casca rompida), as discussões que se sucederam apontaram para possíveis falhas na lógica inicial, pela qual se houvesse germinação, na certa estaríamos diante de uma semente. As Figuras 4 e 5 apresentam os resultados desta atividade.



Figura 4 - Material obtido pelos alunos durante a atividade 1.



Figura 5 - Material obtido pelos alunos durante a atividade 1.

Durante as discussões, não foram oferecidas respostas aos alunos; procuramos ampliar o número de perguntas que os resultados suscitaram.

Para completar a atividade e como forma de responder às muitas questões que foram suscitadas durante a observação dos resultados, foram lidos os textos extraídos do material da reconstrução histórica, condizentes com esse experimento. A atividade com os textos foi realizada usando o método do painel integrado. Esse método tem como objetivo trabalhar com equipes de forma prática, desenvolvendo a comunicação e a reflexão, evitando-se a centralização do trabalho em uma só pessoa.

A organização da atividade dá-se da seguinte forma: os participantes devem ser divididos em grupos, de modo que se forme tantos grupos quantos forem os textos a serem lidos e discutidos. O número de participantes de cada grupo deve ser o mesmo que o número de grupos. Para exemplificar, um grupo com 16 pessoas, poderá dividir-se em 4 equipes de 4 pessoas. Cada participante da equipe receberá uma letra: a, b, c, d. As equipes receberão diferentes textos a serem debatidos e, em alguns casos, perguntas propostas. Após terem lido e discutido o texto, serão formadas novas equipes. Os que tiverem a letra "a" formarão uma nova equipe. O mesmo acontecerá com os que tiverem a letra b, c, d. Deste modo, todos partilharão o que foi debatido nas equipes anteriores. No final da dinâmica, todos os participantes deverão ter tomado conhecimento de todas as reflexões feitas.

Assim, usando esta técnica, discutimos quatro textos que apresentavam as primeiras experiências dos homens com as plantas. Os textos encontram-se no Anexo E. A discussão dos textos ocorreu antes do registro dos resultados no Vê de Gowin.

A partir da discussão embasada nestes textos, os alunos registraram suas asserções de conhecimento. Neste momento, em função da leitura e da discussão dos textos, muitos alunos apontaram questões que evidenciavam a incompletude das idéias iniciais: as plantas que não se reproduzem por sementes; as plantas que não apresentam sementes.

O gráfico abaixo (Figura 06) apresenta as asserções de valores registradas pelos alunos nos Diagramas Vê desta atividade. A representação dos conceitos registrados pelos alunos se encontra na abcissa do gráfico, e o número de alunos que registrou cada conceito, encontra-se na ordenada.

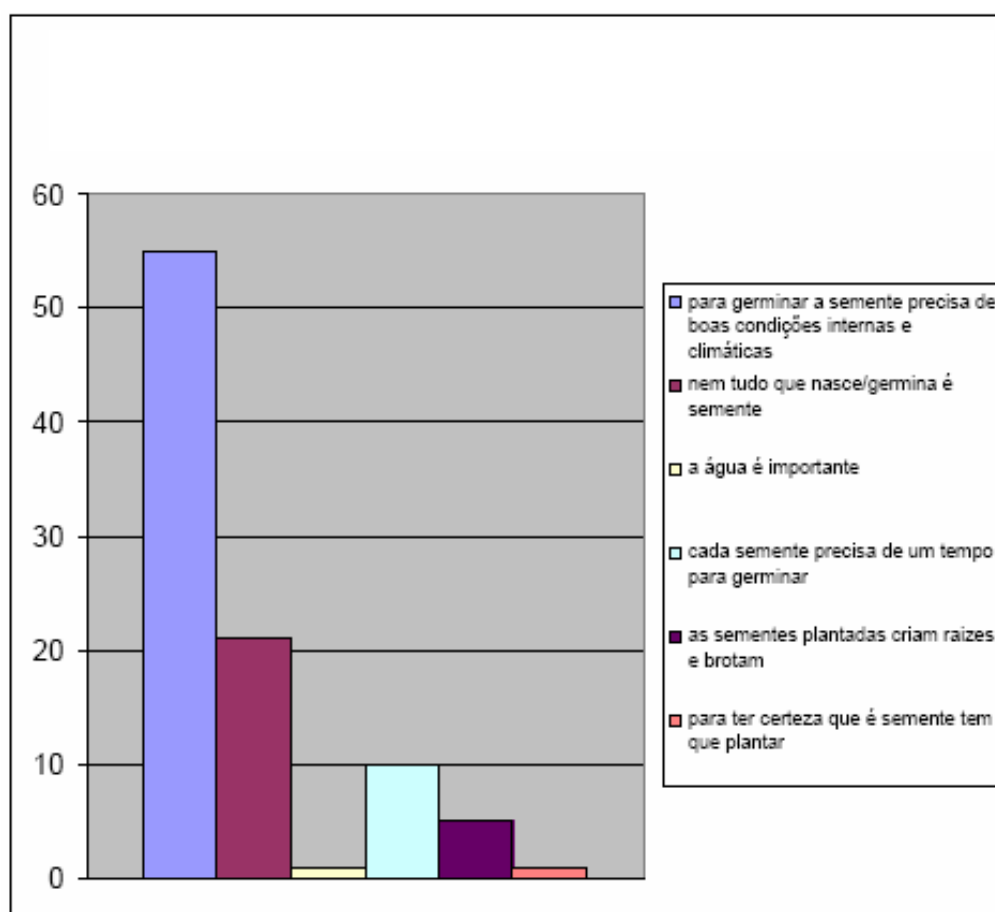


Figura 06 – Gráfico de asserção de conhecimentos registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 01 - Como saber que estamos diante de uma semente.

Os registros realizados pelos alunos, ao final da atividade 01, parecem indicar que houve, por parte dos mesmos, uma aprendizagem significativa. Os registros apontam que, além da ampliação dos subsunçores o que levou a uma aproximação de seus conceitos de semente daquele cientificamente aceito, os alunos puderam refletir sobre os seus conceitos prévios. Podemos observar registros que apresentam as seguintes asserções de conhecimento: *apenas a aparência, ou seja, parecer que o que imaginamos ser uma semente, não é suficiente; algumas coisas que acreditávamos não serem sementes germinaram, e pensamos que então era realmente uma semente, porém, discutimos no grupo que existem coisas que germinam e não são sementes, por exemplo, a mandioca, a batatinha, é preciso termos outras informações; mesmo aquelas que não germinaram, não pudemos afirmar que não eram sementes, pois poderiam ser sementes que não foram guardadas em boas condições, ou sementes velhas e estragadas; quando observamos que as sementes que plantamos germinaram, chegamos à conclusão de que elas eram mesmo sementes, pois havíamos ficado em dúvida e aí plantado, mas enquanto discutimos, percebemos que existem algumas coisas que “dão” outras plantas e que não são sementes; lembramos da bananeira que “nasce” da raiz de outra bananeira e não tem semente.”*

Estes e outros relatos apontam para uma aproximação dos conceitos dos alunos com os cientificamente aceitos, parecendo indicar que alguns alunos podem ter iniciado uma nova visão da natureza e da dinâmica da ciência.

Temos consciência que os alunos podem ter sistematizado apenas aquilo que memorizaram do material lido, ou seja, que parte da assimilação dos novos conceitos pode ter ocorrido de forma mecânica, sem a interação entre os novos conceitos e os subsunçores. Porém, as discussões em sala pareceram apontar que, para uma parcela significativa dos alunos esses novos conceitos trabalhados, de fato foram ancorados aos seus subsunçores, provocando neles modificações. Outro ponto importante de destacar é que caso não existam subsunçores necessários àquela idéia, Ausubel propõe que ocorra, nestes casos, uma aprendizagem mecânica.

O diagrama Vê permite uma grande interação entre os conhecimentos prévios e os resultados obtidos pelos alunos. Foi bastante interessante,

perceber, ao circular entre os grupos, durante a leitura dos textos e mesmo durante o registro dos resultados, as expressões de espanto diante dos resultados e dos conceitos apresentados pelos textos. Muitos alunos apontavam para seus conceitos iniciais e faziam comentários como *“ensinei assim para meus alunos essa semana. Quando um aluno me perguntou sobre as plantas sem semente disse a ele que elas não existiam”*. Outro aluno fazia as seguintes considerações: *“sempre pensei que a salsinha, a cebolinha, a alface não tinham sementes, nunca tinha relacionado o pacotinho de sementes que se compra para plantar com as sementes das plantas, não sei explicar como, mas na minha cabeça eram coisas diferentes”*.

Embora esses relatos nos pareçam indicações de uma aprendizagem significativa, sabemos que apenas uma atividade pode não ser suficiente para que esse novo conceito de fato provoque mudanças nos subsunçores deste aluno. Sabemos que as idéias prévias são, por vezes, fortemente resistentes à mudanças. Acreditamos que, o fato de dispormos de uma seqüência de atividades que busca a construção de um conceito, pode auxiliar essa limitação.

Destacamos alguns exemplares de diagramas Vê, nos quais será possível visualizar como se deu a construção do diagrama Vê referente a esta atividade. Outro conjunto de diagramas Vê, referente a esta atividade pode ser visto no anexo F.

Podemos observar na figura 07, o mapa em forma de Vê, construído pelo aluno A, ao final da atividade 01.

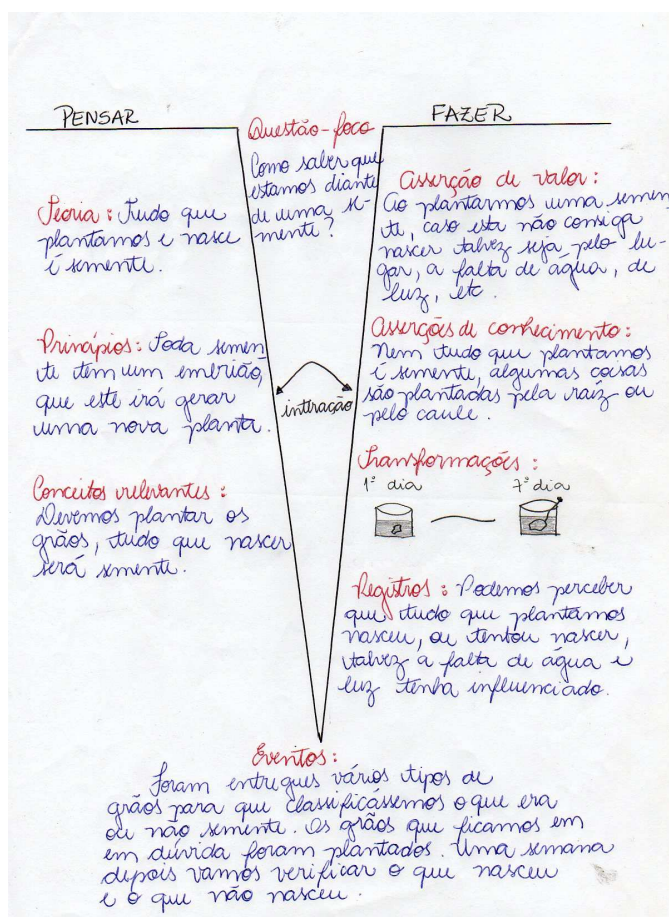


Figura 07 – Diagrama Vê, construído pelo aluno A, durante a aplicação da atividade 01.

Podemos observar que o aluno afirmava, em seus conhecimentos prévios, que tudo que ao ser plantado origina outra planta é, necessariamente, uma semente. Afirma, ainda, que toda semente tem um embrião e este embrião se desenvolverá. Após o experimento, o aluno já consegue perceber que o fato do material germinar, não é suficiente para afirmar que se trata de uma semente. Outra consideração interessante diz respeito ao fato da não germinação, situação antes não considerada. Após o experimento, o aluno ventila a possibilidade de se tratar de problemas relacionados às condições ambientais ou de conservação das sementes.

Uma limitação da abordagem pode ser destacada neste diagrama. Ao iniciarmos as atividades com o Vê, os alunos apresentaram grandes dificuldades para diferenciar teorias, princípios e conceitos, na zona do Vê destinada aos conhecimentos prévios, conforme o modelo proposto por Gowin. Assim, combinamos que essa diferença não seria importante no nosso trabalho e que cada pessoa ficaria livre para diferenciar, ou não, os conhecimentos

prévios em princípios, teorias e conceitos. Podemos observar que este aluno optou por tentar fazer essa separação, embora possamos observar que o mesmo apresente grandes dificuldades ao fazê-lo.

O aluno parece ter alterado a sua concepção de ciência, pois afirmava com veemência antes do experimento e, após, consegue apresentar possibilidades, apontar relações de causa e efeito, demonstrando mudanças significativas nos seus conceitos originais. Isso parece indicar uma mudança significativa nos subsunçores deste aluno.

É possível observar que há uma tentativa bastante eminente de fazer uma interação entre os conhecimentos prévios e os resultados encontrados no experimento, além da sinalização que o aluno desenhou no diagrama. Percebe-se que houve uma preocupação em anotar, no espaço reservado aos resultados os pontos que contradizem as informações anotadas nos conhecimentos prévios.

Podemos observar pelos conhecimentos prévios, que o aluno registrou, que suas idéias não eram totalmente dissonantes das idéias cientificamente aceitas, o que pode ter facilitado sua compreensão dos conceitos trabalhados nesta atividade.

O Diagrama abaixo foi construído pelo aluno B.

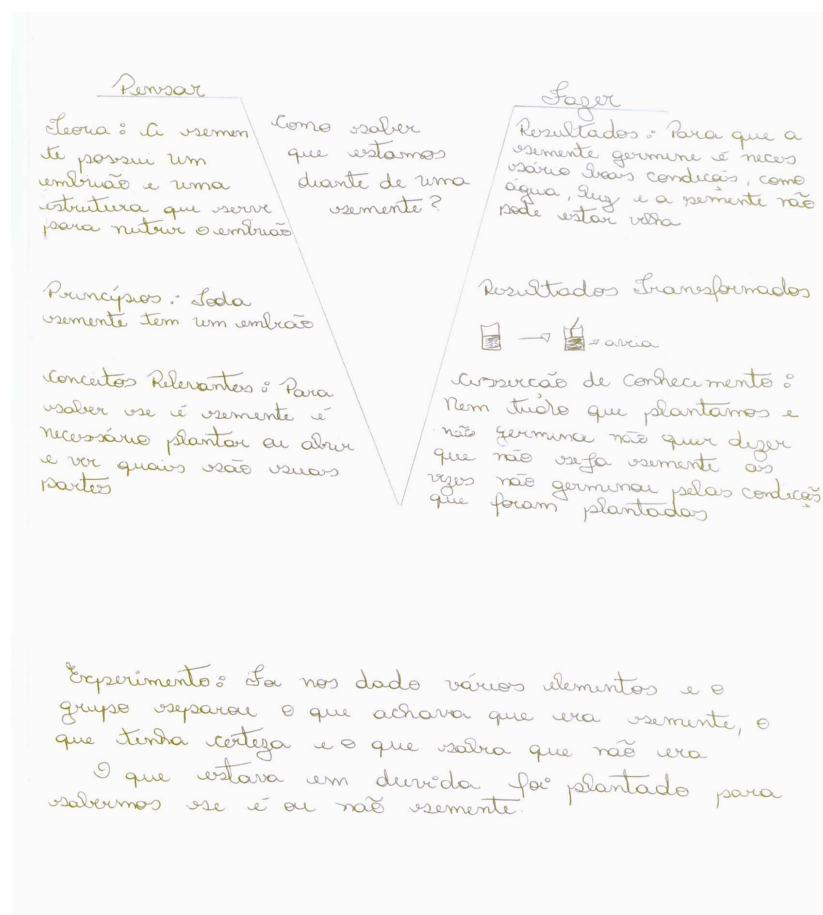


Figura 08 – Diagrama Vê, construído pelo aluno B, durante a aplicação da atividade 01

Neste diagrama Vê, podemos observar que o aluno B apresentou no seu registro de conhecimentos prévios, conceitos mais elaborados, enfocando partes da semente e suas necessidades para germinar. O aluno chega a afirmar que abrir a estrutura estudada também é uma possibilidade de saber, se de fato, trata-se de uma semente, apresentando uma antecipação ao que será discutido posteriormente.

Interessante observar que o aluno afirma que o grupo não testou algumas estruturas, por ter certeza de que não se tratavam de sementes. O curioso é que todas as estruturas eram sementes. O fato de algumas apresentarem perfurações, por terem sido compradas em casas de peças para bijuterias, parece ter confundido os alunos.

Ao registrar as asserções de conhecimento, o aluno usa termos e conceitos presentes nos textos históricos lidos, além de apresentar indícios de uma mudança na sua visão, passando a levar em conta “possibilidades”. Afirma antes que *toda semente tem um embrião e que ao ser plantada*

germinará para depois afirmar que para germinar é preciso que a semente esteja em boas condições para poder germinar. Acreditamos que essas mudanças são, ao menos em parte, por conta da leitura dos textos que apresenta algumas continuidades e algumas descontinuidades no pensamento científico.

Podemos observar o diagrama Vê construído pelo aluno C ao longo da atividade 1, na Figura 09.

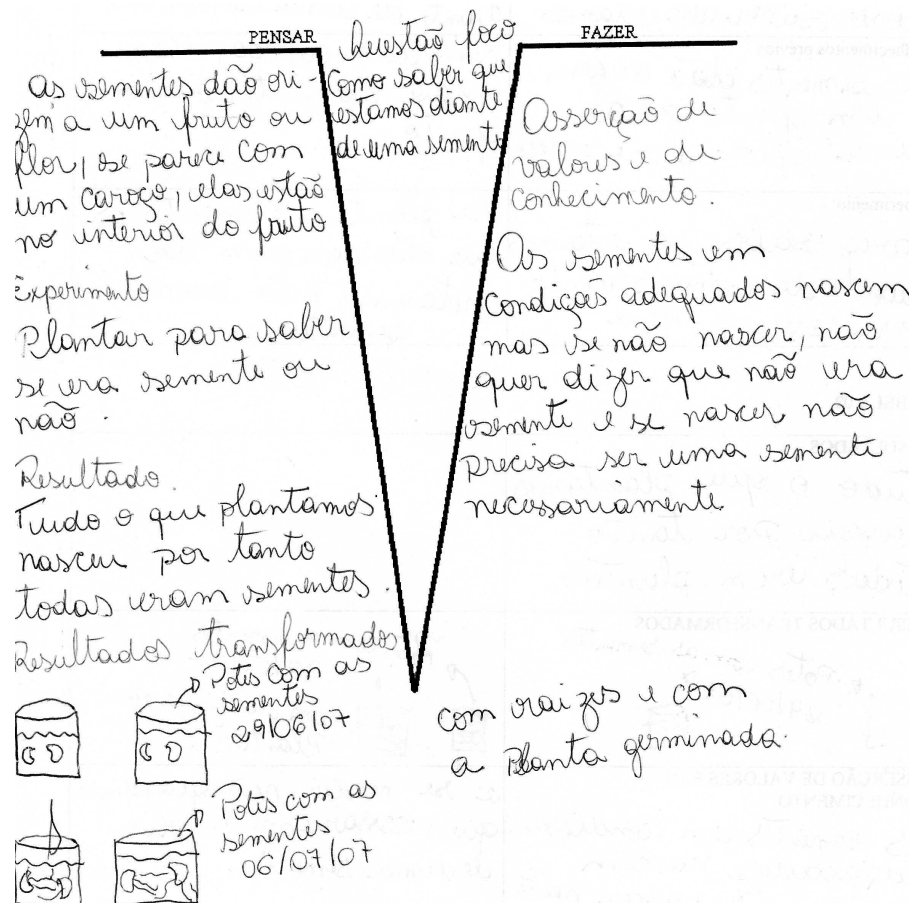


Figura 09 – Diagrama Vê, construído pelo aluno C, após a realização da atividade 01.

O aluno C, em suas anotações referentes aos conhecimentos prévios, afirma que a semente dá origem ao fruto ou à flor, e que a semente está dentro do fruto. O aluno parece referir-se ao ciclo de vida da planta, apontando para o fato de que a semente origina outra planta.

O aluno C apresenta uma característica interessante, durante todas as atividades envolvendo a construção do Vê, não respeita as regiões do Vê. Quando questionado sobre isso, afirma que a sua letra é grande e por isso ali

não “caberia tudo que queria escrever”. O aluno escreve na parte de trás da folha, após preencher completamente o espaço onde está o Vê. Apesar disso, é capaz de mostrar que relaciona seus conhecimentos prévios com os novos conhecimentos. Não encontramos na literatura sobre o Diagrama Vê nenhum registro sobre esse tipo de fato. Parece-nos que, na medida em que o aluno não realiza os registros da forma como previamente foi determinado, fica difícil de analisar sua compreensão sobre o uso do Vê. Porém, nos registros deste aluno é possível observar que ele se remete aos seus conhecimentos prévios para fazer a sua asserção de valores, parecendo compreender o papel importante da integração entre esses dois momentos do uso do Diagrama.

O aluno aponta em suas asserções conclusões diferentes das que inicialmente havia registrado nos resultados, o que pode indicar uma mudança sua forma de pensar a partir das discussões do grupo e das leituras dos textos.

O aluno D, construiu o Diagrama Vê da Figura 10, durante a atividade 1.

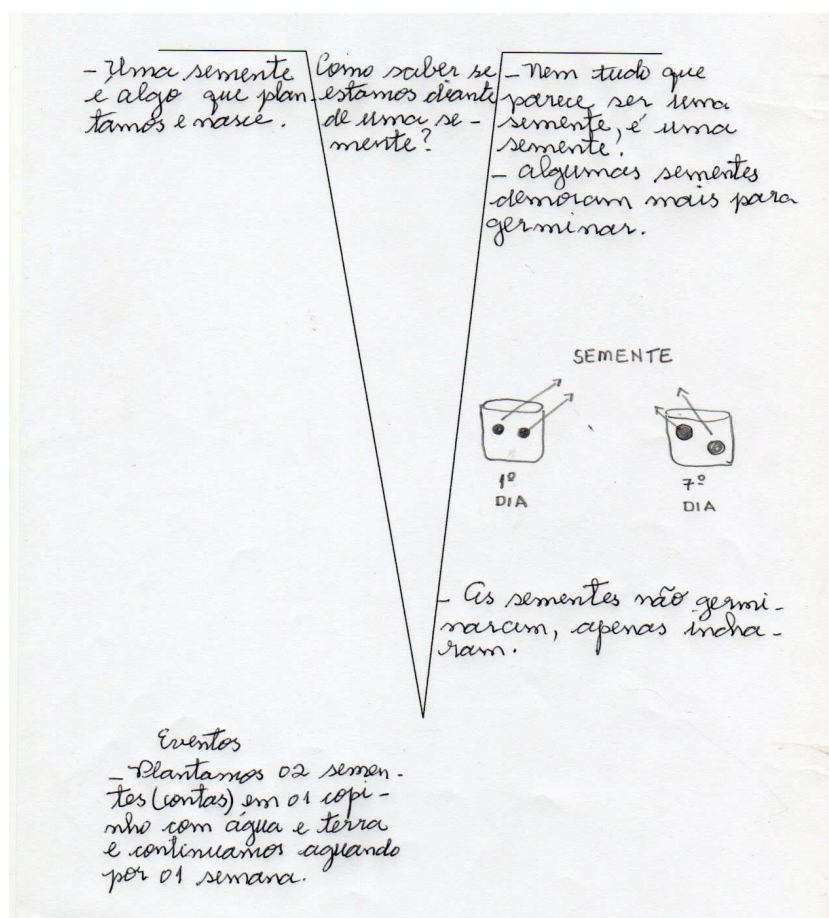


Figura 10 – Diagrama Vê, construído pelo aluno D, após a realização da atividade 01.

O diagrama construído pelo aluno D não traz os conhecimentos prévios divididos em princípios, teorias e conceitos, porém, seus registros apresentam questões interessantes, ao afirmar que semente “é algo que plantamos e nasce”. Seus registros são simples e curtos, podendo ser indício de falta de conhecimento ou mesmo de interesse em realizar o registro das atividades.

Ao analisarmos os dados anotados na zona do Vê destinada à asserção de valores e conhecimentos, vemos que, embora o registro tenha sido intitulado como resultados, este apresenta um interessante apontamento de algumas questões discutidas em sala, durante a leitura dos textos e as discussões das questões levantadas pelos alunos. O aluno D parece apresentar facilidade em articular os elementos do Vê.

Com relação à aprendizagem significativa, podemos encontrar vários indícios no registro de dúvidas, apontando que os alunos têm agora, consciência da necessidade de novas atividades “*nem tudo que plantamos é semente*”; essa afirmação contraria a idéia de causalidade simples apresentada pelo alunos antes da atividade, quando os mesmos afirmavam que “*tudo que plantamos e nasce é semente*”. Esse ponto enfatiza o uso da pergunta, da dúvida como princípio da aprendizagem. Outro registro que aponta para esse princípio, ou seja, indica que os alunos agora vêm na incerteza do conhecimento, na dúvida ou na pergunta, um momento de aprendizagem, pode ser percebido na frase “*caso uma semente plantada não nasça, pode ser pelo lugar, falta de luz, falta de água*”.

A possibilidade de poder visualizar o que se pensava antes do experimento foi muito comentada pelos grupos, durante essa atividade. Como os resultados de experimentos nas aulas de ciências que envolvem os conhecimentos biológicos, geralmente não são imediatos, ter um registro escrito das noções iniciais para poder compará-las aos conhecimentos construídos ao longo do experimento, foi considerado um ponto muito positivo no uso do Vê.

Ao final da atividade, os alunos escreveram uma síntese dos textos históricos. Nosso intuito era o de garantir uma melhor apropriação dos conceitos, uma vez que os textos apresentavam uma grande quantidade de informações relevantes para que os alunos compreendessem a dinâmica do

conhecimento científico. Podemos observar, abaixo, o registro dos alunos A,B,C e D e, no Anexo G, encontramos um conjunto com outros registros realizados pelos alunos.

A Figura 11 apresenta o relato do aluno A. Foi solicitado que os alunos relatassem suas impressões sobre o texto lido e, se julgassem importante, comentassem, também, a técnica utilizada para o trabalho com esse texto, foi a de Painel Integrado. Foi solicitado também que avaliassem a pertinência desta técnica para o trabalho com este texto.

A ORIGEM DAS PLANTAS

O estudo das plantas começou na Grécia Antiga, e eram utilizadas como alimentos e usadas como medicamentos.

No Egito, há relatos em papiros de remédios fabricados com ingredientes naturais utilizados por sacerdotes e a flor de lótus era conhecida com um mito.

Tinham grande adoração por jardins e plantas aquáticas, utilizavam as plantas na fabricação de pintura e cosméticos.

Na china as plantas eram colocadas em gravuras com seus nomes populares, fazia exposição de plantas em diferentes locais, como forma de decoração. O conhecimento por planta era grande, que destacou com a escrita de um livro.

Os chineses cultivam grandes jardins, o crisântemo e a rosa surgiu na China, que até hoje enfeitam os nossos jardins.

Na índia pesquisadores descobriram coisas fascinantes sobre como as plantas eram estudadas, com observações minuciosas descreviam as plantas regionais como terapêuticas e medicinais e estudando a germinações das sementes, apresentaram as plantas como reprodução sexuada e assexuada.

Desde a muito tempo atrás, as plantas sempre foram vistas com grande importância para a vida do homem. Das plantas o homem retira seu alimento; utiliza como medicamentos, confecções de roupas e móveis. Servem também para alimentar outros seres vivos.

Estudar a história de como o homem aprendeu a conhecer a origem das plantas é fascinante, e preocupante que nas escolas só ensinam a decorar nomes, datas ou partes delas, desestimulando o interesse do aluno.

Com a realização da fotossíntese e a produção de oxigênio podemos perceber sua grande importância na vida do ser humano.

Figura 11 – Texto produzido pelo aluno A, após a leitura dos textos históricos da atividade 1.

O texto abaixo foi produzido pelo aluno B.

A utilidade das plantas, afinal para que serve?

As plantas têm uma importância na vida do Homem: de simples remédio a alimentos do cotidiano, e de fornecedores de lenha e mobília a confecção. Desde muito tempo estuda-se suas funções, para que serve, qual a importância, suas curas.

O estudo das plantas começa na Grécia. Outras discussões foram começadas na China e no Egito.

O estudo da planta no antigo Egito, são fatos verdadeiros por ser escrito em papiro, ou seja, grande erva da família das ciperáceas (*Cyperus papyrus*), própria das margens alagadiças do rio Nilo, na África, cujas compridas folhas forneciam hastes das quais se obtinha o papiro, material sobre o qual se escrevia. A flor de lótus se destacava por ser um mito – adoração por jardins e gosto de plantas aquáticas. Usavam as plantas para pintura e cosmético.

Já na China, a partir dos estudos que se destacou a exposição de plantas em locais com forma de decoração. Surgiu os crisântemos (Designação comum a vários subarbustos ornamentais, da família das compostas, originários do Oriente, de flores amarelas, róseas ou alaranjadas, dispostas em capítulos; despedidas-de-verão, monsenhor).

Na Índia já se sabia sobre a reprodução sexuada (que tem sexo) e assexuada (desprovido de sexualidade ou de sensualidade; que não parece ter, ou não desperta impulso ou atração sexual).

Observa-se que cada país pesquisou coisas diferentes e que até hoje há coisas novas, interessantes sobre os benefícios que as plantas fazem.

Figura 12 – Texto produzido pelo aluno B, após a leitura dos textos históricos da atividade 1.

Na Figura 13 temos o texto produzido pelo aluno C.

PROCEDÊNCIA DAS PLANTAS

A origem das plantas é tão antiga quanto a própria humanidade. Elas sempre estiveram presentes na vida do homem e são indispensáveis a eles: desde simples remédios a alimentos diários. O homem retira das plantas: frutas, legumes, verduras, grãos, sementes, e cereais de forma direta. Além de se alimentar de animais que se alimentam de plantas e também oferecem matéria prima para confecções têxteis e madeiras para diversas atividades.

As plantas são primordiais, os egípcios, as utilizavam entre anos 5000 e 2800 a.C., para práticas medicinais, remédios fabricados com componentes naturais. Além de utilizar as plantas como cosméticos, nas pinturas e como corante.

Na China, as plantas também eram importantes, sendo indicadas na medicina chinesa. E também uma variedade de pinheiros foram usados na China a mais de 4000 anos em atividades ornamentais, ou seja enfeites. Os chineses cultivavam vários jardins e hoje muitas das plantas que temos em nossos jardins originaram dessa época como: a rosa e o crisântemo.

Na Índia, de acordo com pesquisas foi possível descobrir coisas fascinantes sobre as plantas, descreviam as plantas regionais baseadas em suas características, nas suas propriedades terapêuticas e medicinais. Estudavam a forma, a estrutura das plantas: nomes para a raiz, os brotos, o caule, as folhas, as flores, os frutos e os ramos, dividiram também as plantas em três grandes grupos: árvores, ervas e plantas rasteiras.

Enfim, muitos anos se passaram, porém as plantas continuam presentes em nossas vidas e são essenciais a cada dia, pois fazem parte de nossa alimentação e também são componentes em nossos medicamentos.

Figura 13 – Texto produzido pelo aluno C, após a leitura dos textos históricos da atividade 1.

O texto do aluno D encontra-se na Figura 14.

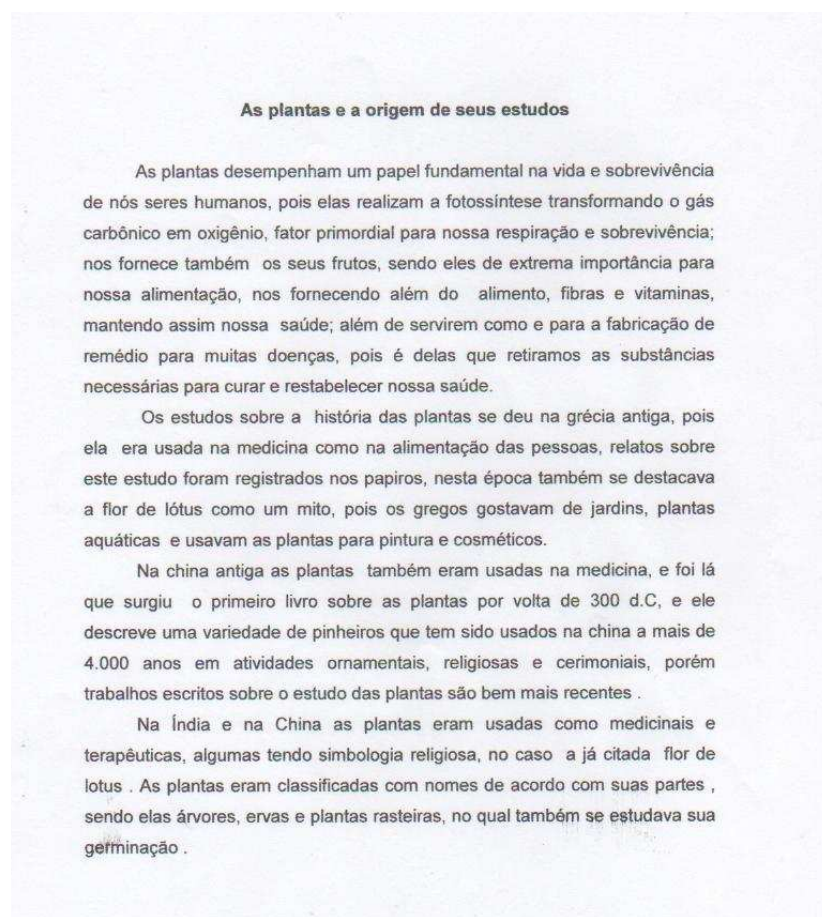


Figura 14 – Texto produzido pelo aluno D, após a leitura dos textos históricos da atividade 1.

Podemos observar que os alunos parecem ter compreendido o conteúdo trabalhado nos quatro textos, usando a técnica do Painel Integrado. Relatam os principais pontos dos textos, mesmo não tendo uma cópia do mesmo. O ponto mais citado pelos alunos foi o uso das plantas para fins medicinais. Praticamente todos os alunos citaram esse fato nos relatos escritos, que foi também muito comentado na sala.

Muitos pontos apresentados nos textos foram citados nos Diagramas, ainda que de forma indireta, como fruto da construção do conhecimento e não como registro retirado do texto.

Outro ponto bastante importante, envolvendo os textos históricos, é que o professor que orienta a atividade conheça os pontos históricos, a partir dos quais, importantes questões podem ser levantadas. Assim, orientar o pensamento do estudante para essas questões tornou-se mais fácil; o professor pode presumir, baseado na epistemologia genética de Piaget, por

exemplo, que a forma como o pensamento individual desenvolveu a formação de um conceito apresentaria possíveis similitudes da forma coletiva e, portanto histórica, de como isso ocorreu.

4.2 Atividade 02: Apresentação e Análise

Ao final da primeira atividade, durante as discussões dos textos trabalhados, um ponto muito abordado foi o referente às plantas que não apresentam sementes, a banana, por exemplo, ou a plantas que se reproduzem por outras formas, como a batata baroa ou a mandioca. Os alunos comentaram que a batata “se comporta” como uma semente, pois, se deixada em uma fruteira, ela brota, dando origem a uma outra planta. Assim, os alunos chegaram à conclusão de que apenas a constatação de que o material analisado “germinou”, não era suficiente para concluir que se tratava de uma semente. Os alunos sugeriram que, provavelmente, os homens aprenderam o que era uma semente ao observá-la e ao conhecer as suas características.

Durante as discussões, surgiram questões relativas à morfologia de uma semente, pois os alunos julgaram que essa informação seria relevante para elaborar, de forma mais completa, o conceito de semente.

As discussões que se sucederam levaram o grupo a concluir que era preciso saber como era uma semente. Surgiu, daí, a segunda questão-foco: quais as partes de uma semente?

Assim, decidimos que, na próxima aula nossa discussão seria sobre como conhecer as partes de uma semente.

Na semana seguinte, iniciamos a construção do Vê de Gowin referente a essa atividade, com a questão-foco “quais as partes de uma semente?”

O gráfico abaixo, (Figura 15) apresenta os conhecimentos prévios registrados pelos alunos no Diagrama Vê, referentes à atividade 02. Os conceitos registrados pelos alunos encontram-se na abcissa do gráfico, enquanto que na ordenada aparece o número de vezes que o registro foi efetuado. Um mesmo aluno pode registrar mais de um conceito, o que aconteceu com bastante frequência.

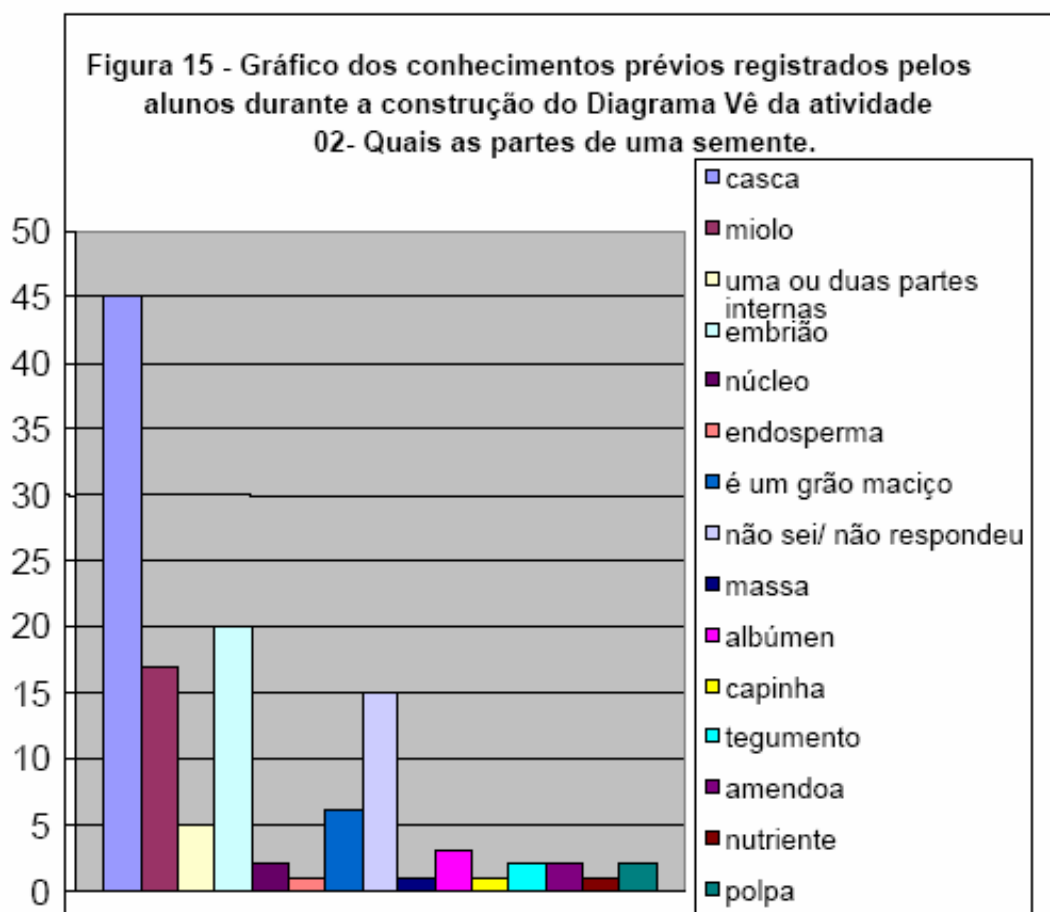


Figura 15 – Gráfico dos conhecimentos prévios registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 02- Quais as partes de uma semente.

Os conhecimentos prévios registrados pelos alunos apresentaram várias informações com conceitos muito diversificados: as sementes apresentam uma casca e uma parte interna, que achamos que é chamada de polpa; a semente possui uma casca e uma “massa” dentro dela que é o que usamos como alimento, quando comemos uma semente, de feijão, por exemplo; as partes da semente são casca e miolo, se não tiver isso, não é uma semente; além da casca, existe dentro da semente um embrião, é deste embrião que vai brotar a nova planta; algumas sementes têm duas partes: o miolo e a casca (feijão) e outras sementes têm só uma parte, que é a união da casca com o miolo (milho); a semente apresenta uma capinha em volta dela”. Após os registros dos conhecimentos prévios, foram propostas algumas atividades para o experimento. Durante as discussões nos grupos,

foram surgindo propostas de atividades que pudessem ajudar a resolver a questão-foco. Inicialmente, a maioria dos grupos propôs que se abrisse o material que havia sido entregue aos grupos durante a atividade 01, para que se observasse o que poderia ser encontrado dentro do material. Parecia que esta idéia ia persistir, quando um grupo fez a seguinte observação *“se não sabemos se esse material é de fato uma semente, de que adiantará abrir? É preciso abrir um material que nós temos certeza que é semente, para aí sabermos o que uma semente tem por dentro”*. A idéia foi discutida por todos os grupos até surgir uma outra proposta: *“vamos abrir sementes que conhecemos, para podermos saber o que as sementes têm dentro”*. Outro grupo apresentou a proposta de abrir duas sementes, *“uma de feijão, que tem duas partes e outra de milho, que tem apenas uma parte”*. Ficou decidido por unanimidade que este seria o experimento para resolver a segunda questão-foco. Os grupos se organizaram para providenciar as sementes necessárias para o experimento.

No encontro destinado a abrir as sementes, para auxiliar na identificação das partes, levamos para a sala livros de ciências das séries iniciais, e de 5ª a 8ª. Séries do Ensino Fundamental.

Um dos grupos trouxe sementes que haviam sido embebidas em água, alguns dias antes. No momento da atividade, algumas estavam germinando. Isso possibilitou aos grupos visualizar o embrião do milho e do feijão, em plena germinação. As discussões que se sucederam às observações foram referentes aos nomes das partes da semente e, em especial, porque a semente do feijão apresentava *“duas partes com o embrião no meio”* e a semente do milho apresentava *“apenas uma parte e o embrião”*. A partir dessas discussões, foram apresentados, aos grupos, os textos extraídos do material histórico. Os textos apresentavam a classificação das plantas em monocotiledôneas e dicotiledôneas, feita pela primeira vez, por Teofrastos (370 a.C.). O texto encontra-se no anexo H. Esse texto foi trabalhado, usando-se a técnica da reconstrução de texto. O material, composto de cinco páginas, foi entregue aos grupos totalmente misturado. Os parágrafos foram cortados e misturados. O trabalho do grupo resumia-se a reorganizar o texto e extrair dele a idéia central. A Figura 16 apresenta uma semente aberta pelos alunos durante a atividade 2.



Figura 16 – Semente de feijão aberta pelos alunos durante a atividade 2.

Após a reestruturação pelos grupos, o texto foi apresentado na íntegra, na forma de transparência, e seu conteúdo foi discutido pelos alunos. Essas informações causaram um grande impacto nos alunos, em especial, por perceberem que desconheciam conceitos construídos ao longo de tanto tempo. Neste momento foram usados os livros didáticos somente para se comparar os conhecimentos apresentados no texto histórico com os conhecimentos presentes nos livros didáticos atuais.

Um ponto bastante discutido durante as conversas com os alunos foi o título do texto, uma vez que tivemos a preocupação de esclarecer que “pai da Botânica” era um nome apenas sugestivo, apontando para as inúmeras descobertas feitas por Teofrastos. Mesmo assim, acreditamos que não foi uma escolha conveniente e que pode ter sido interpretada por alguns alunos de uma forma bastante equivocada, tornando-se um importante ponto a ser considerado na pesquisa.

O gráfico abaixo, figura 17, apresenta as asserções de conhecimento feitas pelos alunos, no Diagrama Vê, referentes a esta atividade. A abcissa do gráfico representa os conceitos registrados pelos alunos enquanto que a ordenada apresenta o número de vezes em que esse conceito foi registrado.

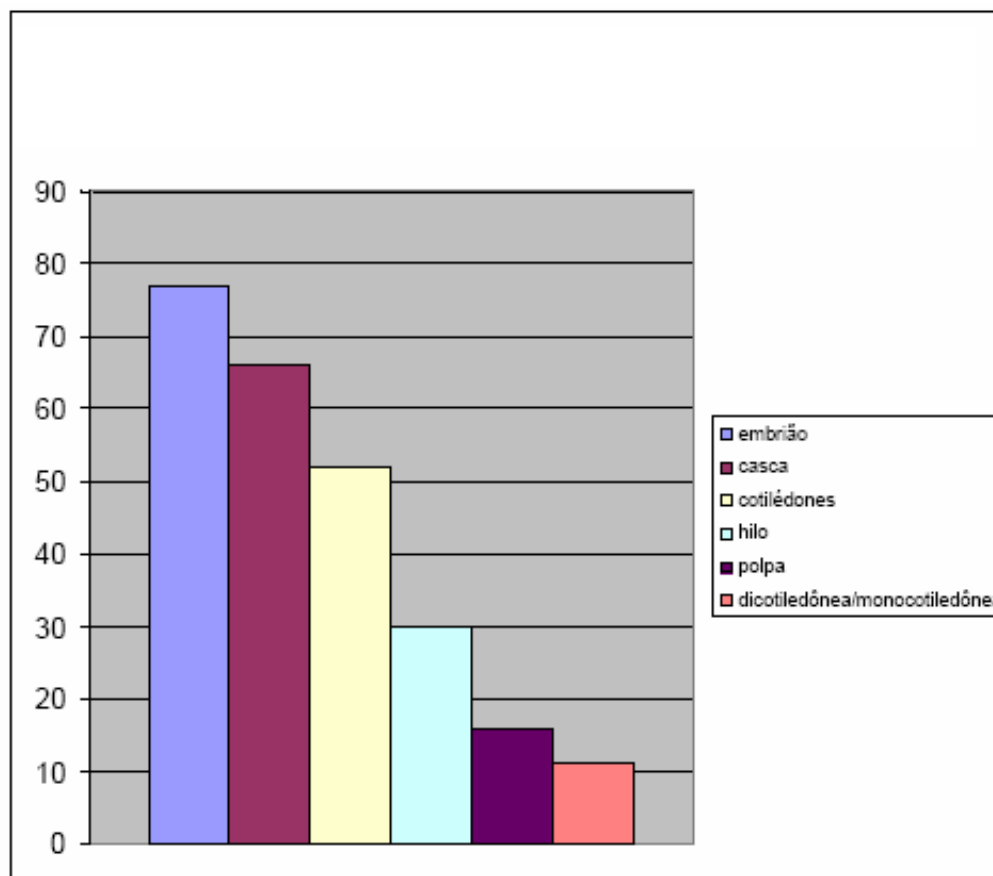


Figura 17 – Gráfico da asserção de conhecimentos registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 02 - Quais as partes de uma semente.

Os registros de asserção de conhecimento feitos pelos alunos podem ser resumidos nas seguintes informações: “as plantas são classificadas, desde antes de Cristo, como monocotiledôneas, quanto têm apenas um cotilédone (parte da semente que guarda os nutrientes). É o caso do milho. As sementes que têm duas partes que armazenam nutrientes (dois cotilédones) elas são chamadas de dicotiledoneas, é o caso do feijão; a polpa das sementes é muito importante para nosso corpo, pois é rica em vitaminas; a parte da semente chamada cotilédone é que vai nutrir o embrião; nem tudo que plantamos é semente, mas o interior das sementes é igual; as sementes são formadas de casca, polpa e embrião; ao abrir a semente, podemos ver o embrião; a casca da semente sai com facilidade; a semente protege o embrião” Oralmente, porém, as discussões apontam para a surpresa causada pelos textos históricos: “mais interessante que descobrir o que é uma semente, ou mesmo quais as partes que elas podem apresentar, foi descobrir que esses

conhecimentos (que nós não tínhamos) já estavam sendo discutidos há mais de 2000 anos.”

Vamos observar, agora, os diagramas Vê construídos pelos alunos A,B, C e D, ao longo da atividade 2.

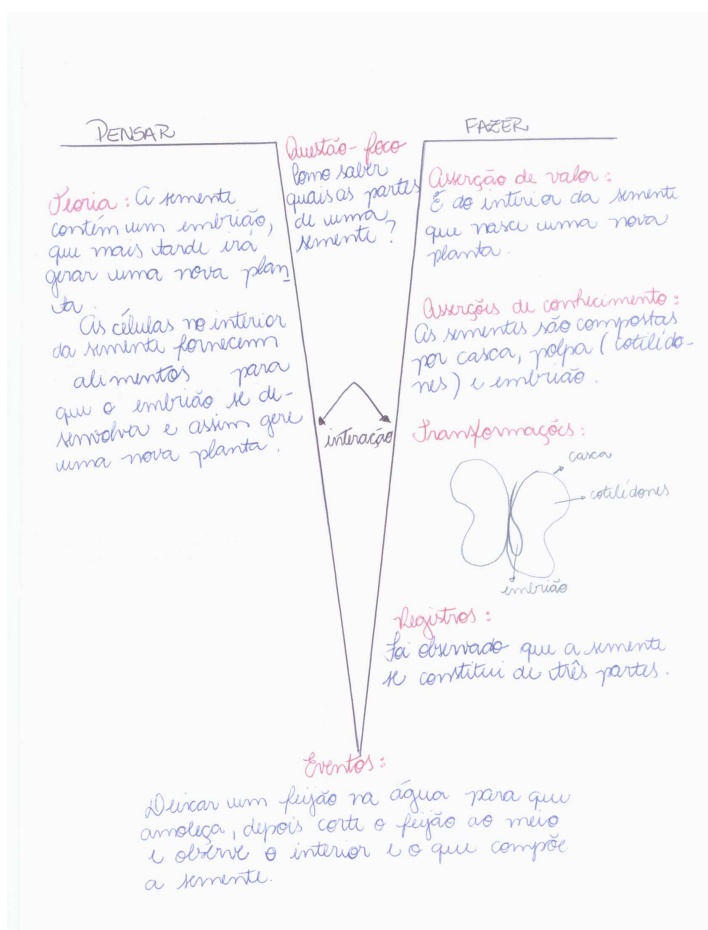


Figura 18 – Diagrama Vê, construído pelo aluno A, ao final da atividade 02

Podemos observar que o aluno A já apresentava a idéia de que a semente possuía um embrião e que algo (células) alimentava esse embrião durante o seu desenvolvimento. Após o experimento o aluno foi capaz de apontar corretamente as partes da semente, citar seus nomes e afirmar que é de dentro da semente que nasce uma nova planta.

Dentre os pontos apontados por Moreira (2000 p. 4) como atributos fundamentais da aprendizagem significativa crítica, está o uso correto da linguagem; este ponto parece ter destaque na construção deste diagrama. Embora o aluno não tenha apresentado mudanças muito significativas de seus conhecimentos, em especial porque estes já se encontravam relativamente

próximos dos conceitos cientificamente aceitos, aprimorou seu vocabulário, o que, no nosso entender, contribui para a formação dos conceitos.

Abaixo, encontramos o Diagrama Vê do aluno B.

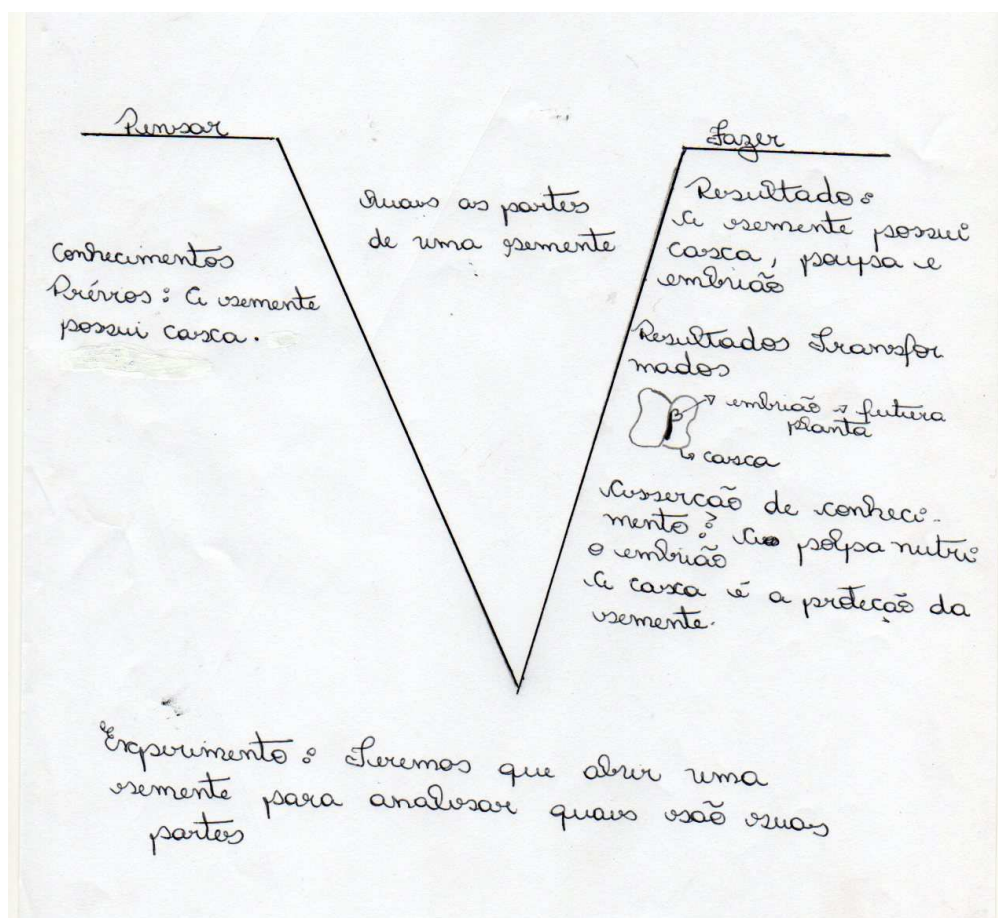


Figura 19 – Diagrama Vê, construído pelo aluno B, ao final da atividade 02.

No início desta atividade, o único conhecimento que o aluno possuía referente às partes da semente, era a presença de casca. O aluno parece desconhecer a existência de estruturas internas da semente. Porém, no diagrama da atividade anterior, esse aluno havia citado que a semente deveria apresentar um embrião, fato que não cita neste diagrama.

Após o experimento, o aluno foi capaz de apresentar a representação das partes da semente, sua correta indicação e ainda afirmar que a parte conhecida como embrião é a responsável pela nova planta.

Outro fato interessante é que este aluno também já havia sugerido, no diagrama anterior que, ao abrir uma estrutura qualquer, poderíamos confirmar se tratava-se ou não de uma semente.

O aluno parece ter ampliado seus conhecimentos e cita no seu diagrama questões propostas pelos textos históricos, o que parece indicar que o mesmo se apropriou dos conceitos trabalhados no texto.

Abaixo, encontramos o diagrama construído pelo aluno C.

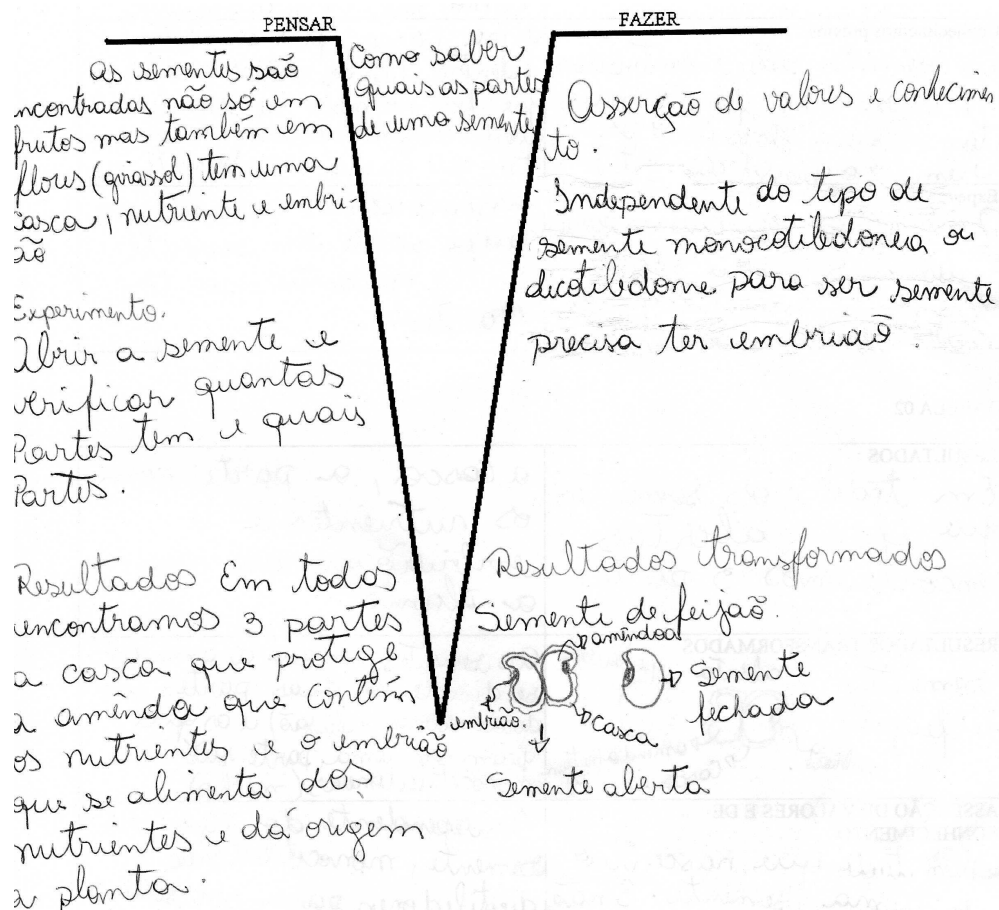


Figura 20 – Diagrama Vê, construído pelo aluno C, ao final da atividade 02

Conforme já apontamos, este aluno não apresenta a construção correta do relatório, no formato do Diagrama Vê, porém, ao ser questionado oralmente, afirmava saber por que o Diagrama se divide em dois pontos e que esses domínios devem se articular.

O aluno apresentava conhecimentos prévios próximos dos cientificamente aceitos e articulava, nos seus resultados, expressões extraídas do texto histórico e outras citadas pelo professor em sala (amêndoa). Foi capaz de apresentar as partes da semente, assim como, de dividir as sementes de

acordo com o número de cotilédones (mono e dicotiledônea), fato bastante explorado pelo texto histórico trabalhado.

O diagrama abaixo foi construído pelo aluno D.

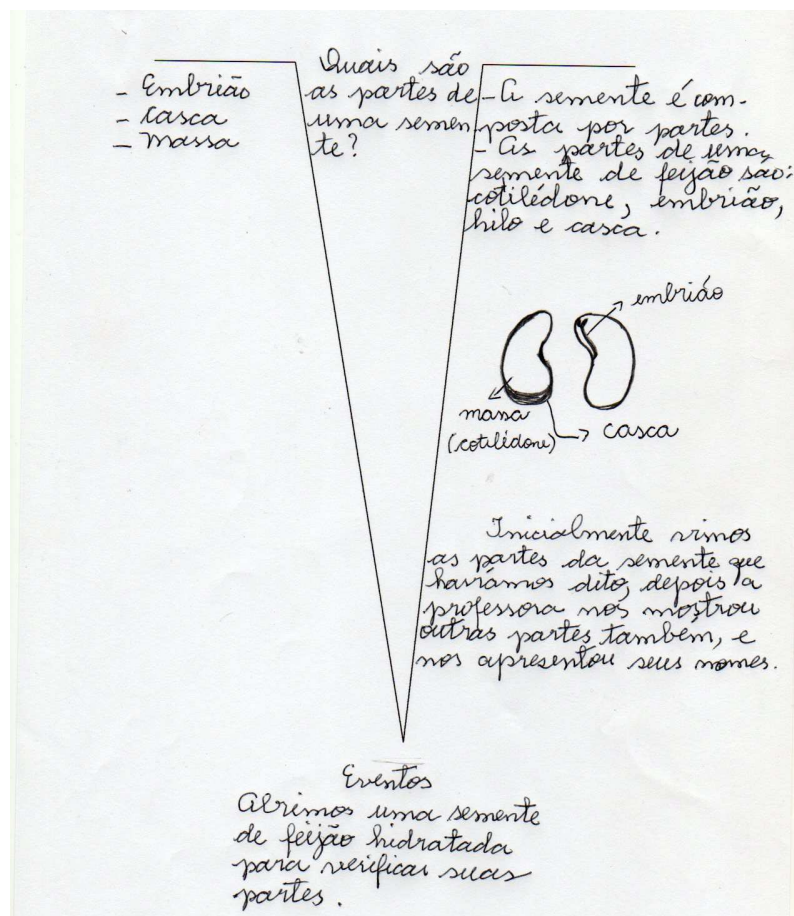


Figura 21 – Diagrama Vê, construído pelo aluno D, ao final da atividade 02.

O aluno também aprimorou bastante o seu vocabulário, incluindo expressões lidas no texto histórico ou trabalhadas pelo professor. Outro ponto interessante é que foi um dos únicos a atentar para o fato de que a semente, para ser aberta, deve antes ser hidratada para facilitar o rompimento da casca.

Outro ponto curioso é que o aluno explicita que os nomes vistos e aprendidos referem-se à semente de feijão, não ampliando essa informação para qualquer semente. Conforme já dissemos, não podemos afirmar se isso ocorreu por que o aluno passou a se preocupar mais com as observações antes de tecer um veredicto, ou se ele passou a desconsiderar as similaridades da ciência. Esse ponto poderia ter sido minimizado se tivéssemos, ao longo das atividades feito questionamentos aos alunos sobre seus registros, dando-

lhes oportunidade para esclarecer melhor seus registros escritos. Porém como isso não aconteceu, podemos considerar como um ponto importante a ser considerado.

Outro conjunto de Diagramas Vê, construído pelos alunos durante a realização da atividade 02 encontra-se no Anexo I.

Os alunos registraram suas opiniões sobre o texto usado nesta atividade. Os textos dos alunos A,B,C e D encontram-se abaixo. Outros registros encontram-se no Anexo J.

Na Figura 22, encontramos o texto produzido pelo aluno A, após o trabalho com o texto histórico utilizado na atividade 2.

Atividade de reconstrução de texto:

a) Por meio da leitura do texto achei muito interessante alguns tópicos sobre os quais eu desconhecia, entre eles:

- Aristóteles foi um dos primeiros a dividir os seres vivos em animais e plantas;
- Teofrastos (371 a.C.) é considerado o Pai da Botânica;
- Teofrastos classificou as ervas medicinais, separou-as em monocotiledôneas e dicotiledôneas, diferenciando-as em angiospermas e gimnospermas;
- A reprodução sexual é muito mais difícil de observar nas plantas;
- Aristóteles considerava os experimentos como sendo contra a natureza.

b) O conhecimento histórico da ciência possibilita trazer às crianças das séries iniciais os precursores de determinados estudos e descobertas científicas, além de possibilitar o conhecimento detalhado sobre o mundo da ciência e tudo que o envolve.

Esse texto, por exemplo, permite trabalhar uma infinidade de assuntos relacionados as plantas, como a sua reprodução, germinação, composição e outros elementos que dão vazão a novos conhecimentos básicos.

c) A atividade de reconstrução apresenta pontos que permite aos participantes pensarem a respeito do tema abordado de forma a encontrar o caminho correto para a leitura do texto, ou seja, é necessário atenção e até mesmo o uso do raciocínio coletivo, porque de repente o que ficou claro para um é justamente a dúvida do outro. E mesmo que o texto não seja montado na ordem correta é possível compreendê-lo.

Contudo como todo trabalho em grupo, alguns participantes não colaboram com o grupo e “participam” de forma distanciada.

Em relação a pertinência da atividade com o conteúdo a ser trabalhado é condizente, uma vez que por ser bem teórico possibilitou que o conteúdo fosse trabalhado de forma mais dinâmica.

Figura 22 – Texto produzido pelo aluno A, após a leitura do texto histórico da atividade 2.

O texto construído pelo aluno B encontra-se na figura 23.

Trabalho de Ciência
Utilidades das plantas

As plantas ou vegetais são seres vivos. Eles nascem, crescem, reproduzem-se e morrem. As plantas podem viver em diferentes ambientes: no solo, na água e até presas ao troco de outro vegetal como caso das orquídeas. Para se desenvolver, todas as plantas precisam de luz, calor, água. As plantas que crescem no solo precisam também de terra apropriada para se desenvolver.

As plantas ajudam a purificar o ar que respiramos e a tornar a temperatura mais fresca. Tendo diferentes tipos de plantas. As plantas podem se reproduzir através de sementes, esporos, mudas ou folhas.

Sabendo que as plantas já existiam há mais de 400 milhões de anos. A utilização das plantas como medicamento provavelmente é tão antiga quanto o aparecimento do próprio homem, o que só aconteceu cerca de 50 mil anos atrás. Além disto, as plantas comestíveis (como por exemplo o milho, o trigo, a fruta, os legumes...) são um alimento indispensável ao bom funcionamento do nosso corpo. Com algumas plantas fabrica-se tinta, perfumes, tecidos e medicamentos. Virtualmente todo alimento que consumimos provém das plantas, tanto diretamente de frutas, verduras e legumes, como indiretamente através do gado que comemos, que por sua vez dependem de plantas para se alimentar. Em outras palavras, plantas são a base de quase todas as teias alimentares. Compreender como as plantas produzem o alimento que comemos é, portanto, importante para sermos capazes de alimentar o mundo e fornecer segurança alimentar para as futuras gerações, como exemplo através do cruzamento entre plantas. Nem todas as plantas são benéficas aos humanos, e plantas daninhas são um problema considerável para a agricultura, e a botânica fornece o conhecimento básico para compreender como minimizar seu impacto. Plantas também nos fornecem muitos materiais naturais: algodão, madeira, papel, linho, óleos vegetais, alguns tipos de cordas e borracha são apenas alguns exemplos. A produção de seda não seria possível sem o cultivo de amoreiras. Canas-de-açúcar e outras plantas têm sido recentemente utilizadas como biocombustíveis, importantes como alternativa aos combustíveis fósseis.

Entre os primeiros estudos botânicos, escritos por volta de 300 AC, estão dois grandes tratados de Teofrasto: "Sobre a História das Plantas Sobre as Causas das Plantas". Juntos, estes livros constituem-se na contribuição mais importante à ciência botânica durante a antiguidade e a Idade Média. As plantas já vêm sendo estudadas há muito tempo antes de Cristo, pois o conhecimento sobre as plantas vem sendo passado de geração para geração. Conclusão as plantas é muito importante, pois tem muitas utilidades tanto para alimentação quanto para fabricação de matérias e para cura como uso de medicamentos.

Figura 23 – Texto produzido pelo aluno B, após a leitura do texto histórico da atividade 2.

O texto produzido pelo aluno C encontra-se na Figura 24.

TEOFRASTOS: O PAI DA BOTÂNICA

Devido aos seus conhecimentos Teofrastos é considerado o pai da botânica devido a seus vastos conhecimentos na área. Em seus estudos classificou as plantas, como monocotiledôneas e dicotiledôneas; diferenciou as plantas em angiospermas e gimnospermas além de demonstrar se o uso medicinais. Em relação a sexualidade das plantas, acreditava haver relação com a chegada da semente pelo vento e para apresentar sua opinião apresentou a Anaxágoras.

Em sua análise referente a composição da estrutura das plantas, ele divide em dois seguimentos uniformes e não uniformes, as principais partes e maiores como "raiz, o caule, o galho e o ramo, que se diferenciam das partes anuais ou efêmeras, folha, flor, fruto, pedúnculo.

Já as não uniformes, são mencionadas como ramificação e são compostas por casca (de plantas), madeira, medula (cerne) e estas, uma vez mais, consistem das partes iniciais, seiva, veias fibrosas, polpa.

Comente os pontos positivos e negativos da técnica reconstrução do texto.

A técnica aplicada em sala é positiva, através dela pode ser trabalhado questões como socialização e participação em trabalhos em grupos, além de ser necessário a participação ativa de todos os envolvidos o que é muito importante visto que quando isso não é exigido esta cooperação não se faz presente a atividade também estimula a atenção e a leitura pois é preciso muita leitura e atenção para reconstrução do texto.

Pertinência da técnica para o conteúdo .

O conteúdo trabalhado teve pertinência com a técnica pois se tratava de um conteúdo importante que foi trabalhado graças a técnica de maneira dinâmica e desafiadora, estimulando todos a participar de maneira satisfatória da aula.

Figura 24 – Texto produzido pelo aluno C, após a leitura do texto histórico da atividade 2.

O texto apresentado na figura 25 foi construído pelo aluno D.

Pude constatar por uma pequena reflexão, e pelas abordagens em sala pela Profª Eliana, que o interesse e pesquisas pelas plantas foi muito mais explorado por povos da antiguidade, do que em nosso séc. XXI, onde se fala tanto em tecnologia computadorizada, e principalmente numa época que temos laboratórios equipados, na qual possibilitaria muito mais aprofundamento em pesquisas científicas para descobertas de plantas a ser catalogadas, citando como um pequeno exemplo nossa Amazônia onde acredito que mais de 90% das plantas ainda não foram exploradas e pesquisadas.

O que me impressionou e deixo como uma relevância de interesse pelo assunto segundo Nascimento (2007) discutido em sala, é que as descobertas que vem sendo realizadas a mais de 500 anos em relação às plantas, **Teofrastos** já conhecia. Inclusive pelas suas observações na natureza ele efetuava a fecundação de plantas com uma sabedoria, e realizou classificação de plantas com finalidades medicinais, de forma admirável pelas próprias dificuldades tecnológicas de pesquisas da época.

Isso deixa uma reflexão para os interessados, que existe algum mistério na natureza que privilegia os pesquisadores que realmente tem interesse em buscar respostas e soluções em estudar alguns fenômenos da natureza, no caso aqui as plantas, ou em nossa séc. XXI o povo é desinteressado mesmo em dar continuidade a novas descobertas e explorações que poderiam ser tão relevantes e importantes para a própria sobrevivência do ser Humano.

Figura 25 – Texto produzido pelo aluno D, após a leitura do texto histórico da atividade 2.

Em todos os textos, é possível observar a surpresa dos alunos em relação aos conhecimentos apresentados por Teofrastos, principalmente por conta da época em que esses conhecimentos foram construídos. Isso porque, aos alunos, parece que “não era possível que eles nascidos em uma época com tanta tecnologia, desconhecem coisas que Teofrastos, há mais de 2000 anos, havia relatado.” Esse fato chama bastante atenção, pois aponta que entre os alunos, prevalece a idéia de que a tecnologia facilitou extremamente a construção dos conhecimentos científicos, o que, de certa forma, segundo eles, torna os pesquisadores de tempos passados muito mais competentes que os atuais.

4.3 Atividade 03: Apresentação e Análise

Ao término da atividade 02, a discussão que se tornou mais frutífera foi sobre as necessidades da semente para poder germinar. A afirmação de

Teofrastos de que a semente necessita de terra fértil para germinar dividiu a sala, pois alguns alunos lembraram da experiência do feijão que cresce no algodão, o que contrariaria essa afirmação. Assim, a questão-foco escolhida foi “o que a semente precisa para germinar?” Iniciamos, novamente, nossa atividade com o registro no Vê de Gowin da questão-foco e, a partir dela, “O que as sementes precisam para germinar?”, cada aluno registrou seus conhecimentos prévios sobre o assunto. O gráfico com os registros dos conhecimentos gerais dos alunos, no início desta atividade podem ser observados abaixo.

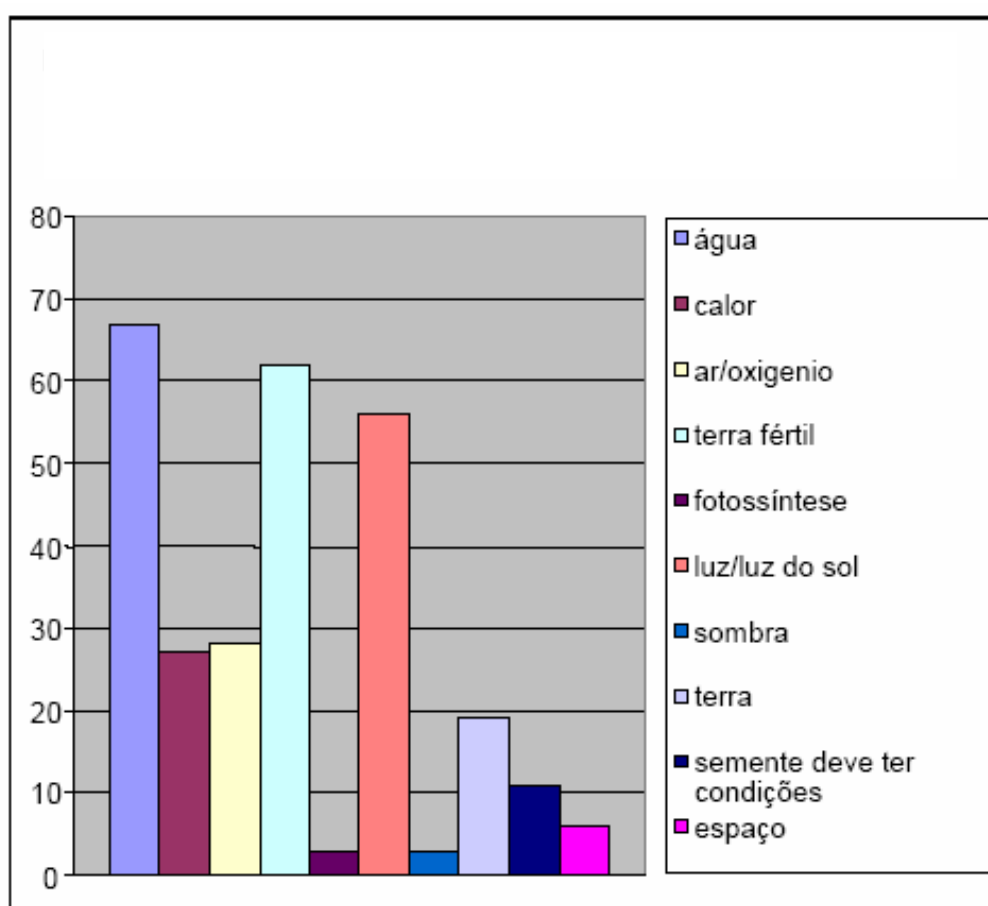


Figura 26 – Gráfico dos conhecimentos prévios registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 03 - O que uma semente precisa para germinar.

Os registros dos conhecimentos prévios continham frases como: “a semente do feijão precisa de água para germinar; a semente do feijão necessita de calor para germinar; sementes precisam de oxigênio para germinar; a semente necessita de fotossíntese, água, luz, umidade, calor, sombra e terra para germinar; a semente precisa de água, precisa ser plantada

em terra fértil, calor e ar; a semente para germinar precisa estar em boas condições, ter tempo certo; a semente precisa de umidade para germinar; a semente precisa de sol para germinar; a semente necessita ser plantada em um vaso ou pote.”

Organizamos o experimento a partir da socialização dos conhecimentos prévios.

Ao registrarem os conhecimentos prévios os alunos fizeram várias sugestões. Assim, não foi possível escolher uma única experimentação para responder à questão-foco.

Surgiram os seguintes experimentos, em função dos conhecimentos prévios apresentados:

- a semente precisa de **luz** para germinar : plantar sementes em dois potes diferentes e deixar um exposto à luz e o outro, dentro de uma caixa de sapatos;

- a semente precisa de **calor** para germinar : plantar sementes em dois potes diferentes e deixar um exposto à temperatura ambiente e o outro dentro da geladeira;

- a semente precisa de **oxigênio** para germinar : plantar sementes em dois potes diferentes, um com terra bem fofa, e o outro com terra bem batida;

- a semente precisa de **adubo** para germinar : plantar sementes em dois potes diferentes, um com terra fértil e o outro com terra que sofreu queimada e perdeu os nutrientes;

- a semente precisa de **água** para germinar : plantar sementes em potes diferentes sendo que um será regado diariamente e o outro não. A terra, inicialmente, deverá estar seca.

Os experimentos foram montados pelos alunos e cuidados pelos funcionários da casa de vegetação durante uma semana. Os alunos puderam acompanhar durante a semana todo o desenvolvimento do experimento.

As Figuras abaixo apresentam os experimentos montados pelos alunos para testar as possibilidades levantadas na atividade 3.



Figura 27 – Experimento montado pelos alunos para observar a necessidade de água na germinação.



Figura 28 – Experimento montado pelos alunos para observar a necessidade de ar na germinação.



Figura 29 – Experimento montado pelos alunos para observar a necessidade de nutrientes na germinação.



Figura 30 – Experimento montado pelos alunos para observar a necessidade de luz na germinação.



Figura 31 – Experimento montado pelos alunos para observar a necessidade de calor na germinação.

Na semana seguinte, os materiais foram apresentados e os resultados foram discutidos. Foi uma grande surpresa as sementes só terem a necessidade de água para germinar. A germinação de todas as demais sementes causou muitas discussões. Alguns alunos demonstraram grandes surpresas, em especial, porque haviam lido no material histórico a necessidade de adubo, de calor e de oxigênio para a germinação da semente. Foi preciso que o professor fornecesse um material de apoio que mostrava que a planta só necessita de nutrientes externos a partir da queda dos cotilédones, pois até então esses são os responsáveis pelo fornecimento dos nutrientes. As questões relativas ao calor e ao oxigênio foram discutidas e os alunos concluíram que existem diferenças relevantes entre as sementes e, o que havia sido descoberto para o feijão, não era, necessariamente, igual para todas as sementes. A leitura dos materiais obtidos na reconstrução histórica auxiliou a compreensão, por parte dos alunos, de como o processo de germinação ocorre.

Realizamos a leitura dos textos de forma coletiva, discutindo as dúvidas e fazendo as relações com o resultado do experimento. O texto extraído do material histórico e usado nesta atividade encontra-se no Anexo K.

Após a leitura e discussão do texto, os alunos completaram o preenchimento dos diagramas Vê.

O gráfico abaixo apresenta as asserções de valores registradas pelos alunos ao final da atividade 03.

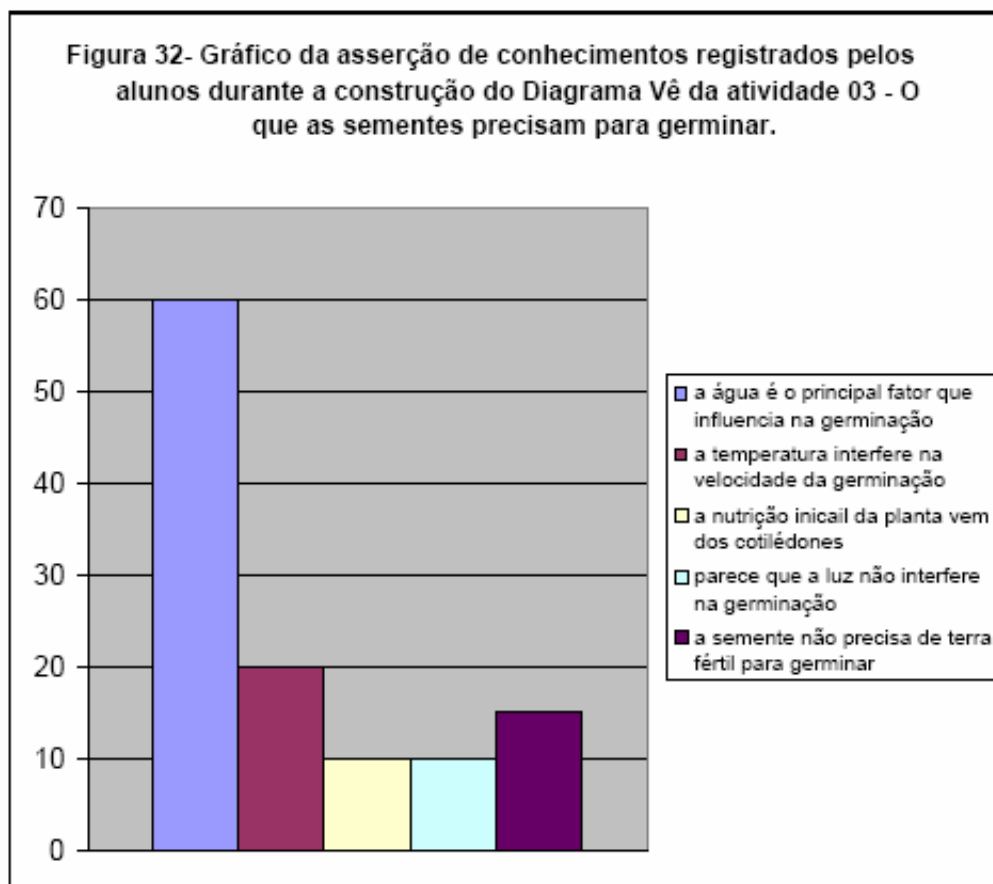


Figura 32 – Gráfico da asserção de conhecimentos registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 03 - O que as sementes precisam para germinar.

Podemos observar registros de asserções baseados nas seguintes informações: "a semente necessita de água para germinar; a luz, o calor e o solo fértil não são condições essenciais para a germinação; a planta cresce com ou sem luz; os nutrientes que a planta precisa para germinar estão nos cotilédones; não conseguimos ver o oxigênio como fator importante na germinação, mas os textos que lemos apontam para isso; a água é o fator determinante para germinação do feijão, mas o ar, o calor e a luz podem ser fator determinante para a germinação de outras plantas; o período que chamamos de germinação vai até os cotilédones secarem e caírem; o feijão

germinou em todas as condições, menos na ausência da água, porém, pode haver diferentes reações em se tratando de outras sementes.”

Podemos observar, na Figura 33, o Diagrama Vê construído pelo aluno A durante a realização desta atividade.

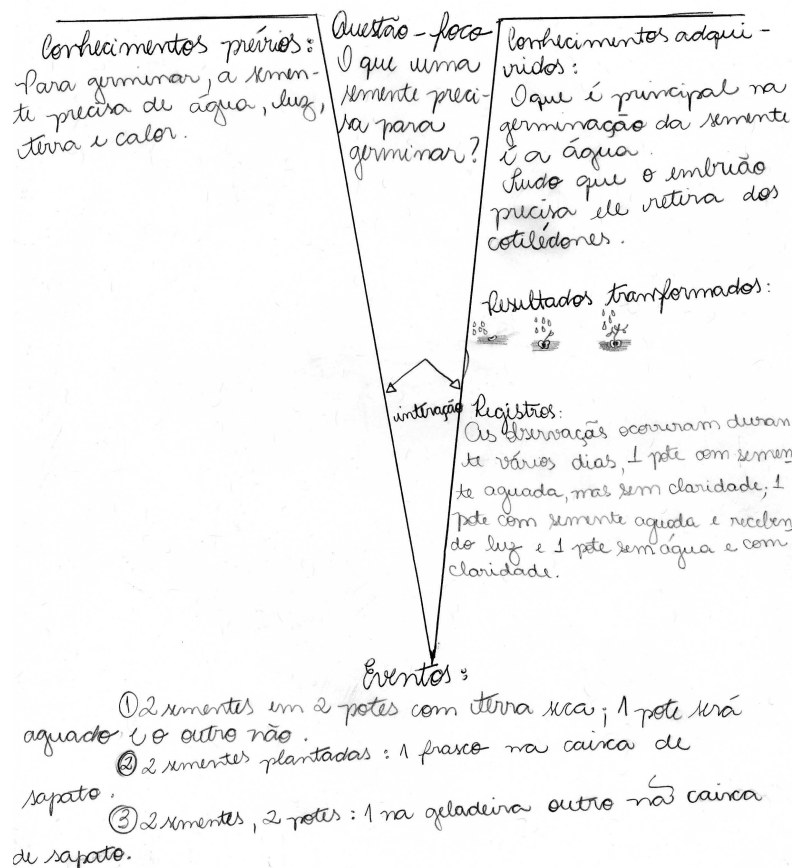


Figura 33 – Diagrama Vê, construído pelo aluno A durante a atividade 3.

O aluno A acreditava que a semente apresenta várias necessidades básicas para germinar, por conta disso, imaginou a necessidade de mais de um experimento para comprovar as necessidades da semente.

O aluno conseguiu, ao final dos experimentos, apresentar uma visão geral das necessidades da semente e visualizar a importância dos cotilédones para a germinação. O aluno afirmava que a água é o principal fator, mas, não diz que é o único, embora o resultado dos experimentos pudesse sugerir essa conclusão. Isso parece indicar que tenha havido por parte do aluno, uma compreensão da relatividade dos resultados. Este é um resultado esperado,

pois indica uma visão do conhecimento científico e de sua dinâmica mais próxima do real.

A Figura 34 apresenta o Diagrama Vê construído pelo aluno B, durante esta atividade.

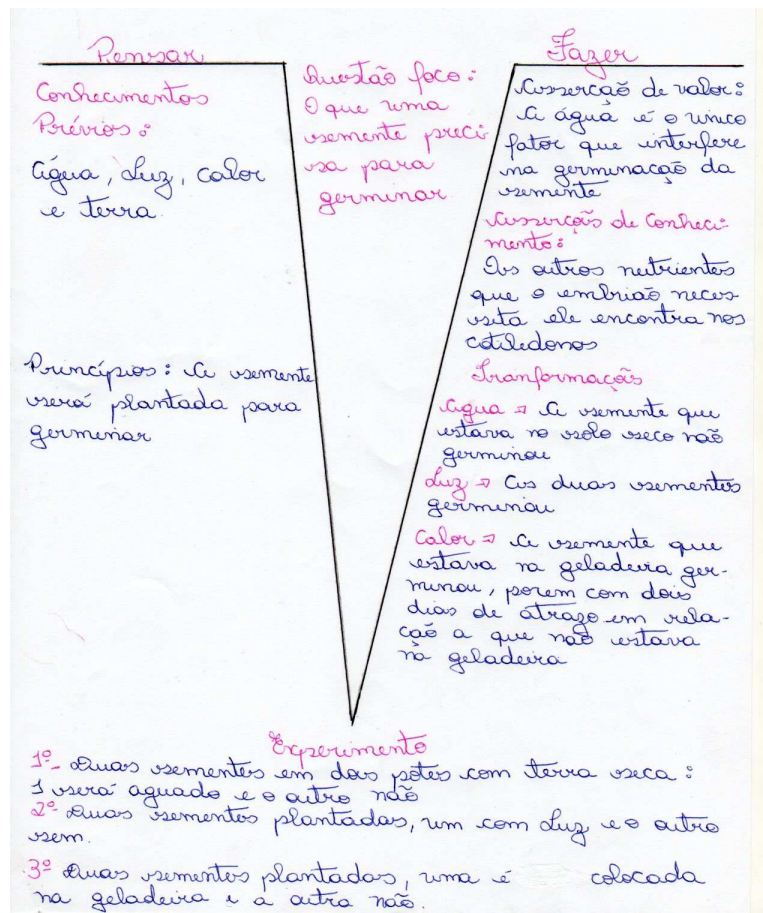


Figura 34 – Diagrama Vê, construído pelo aluno B durante a atividade 2.

Podemos observar que, embora o aluno B apresentasse uma boa noção da construção do Vê, nesta atividade, não transcreveu os resultados para outra forma de registro, embora os tenha descrito detalhadamente. O aluno afirma, nos resultados, que a água é o único fator que interfere na germinação da semente o que indica, ainda, uma relação simplista de causalidade.

A Figura 35 mostra o Diagrama Vê construído pelo aluno C, no decorrer da atividade 03.

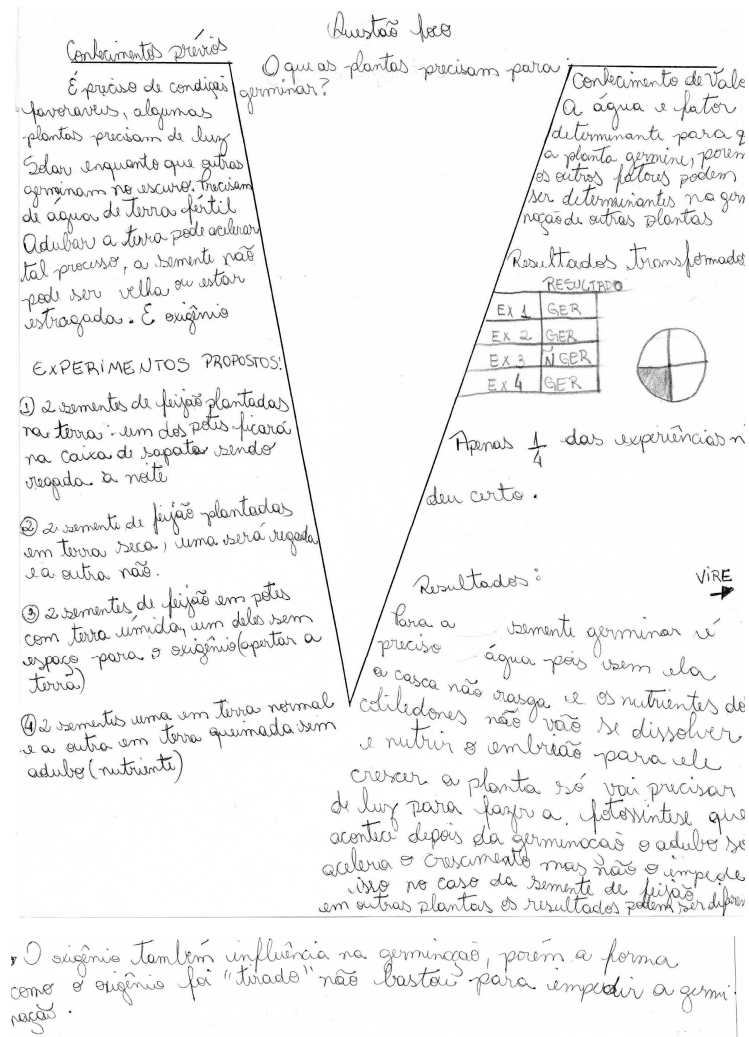


Figura 35 – Diagrama Vê, construído pelo aluno C, durante a atividade 03

Observamos nos conhecimentos prévios a afirmação de que os resultados encontrados para uma semente não necessariamente servem para outras, o que poderia indicar uma visão da provisoriidade do conhecimento científico. Por outro lado, não temos como desconsiderar a possibilidade do aluno estar apenas desconsiderando as generalizações da ciência.

O aluno cita, nos resultados, várias informações retiradas do texto histórico usado para essa atividade, o que aponta que pode ter havido, por parte do aluno, compreensão do material lido e discutido.

A Figura 36 apresenta o Diagrama Vê do aluno D, construído no decorrer da atividade 03.

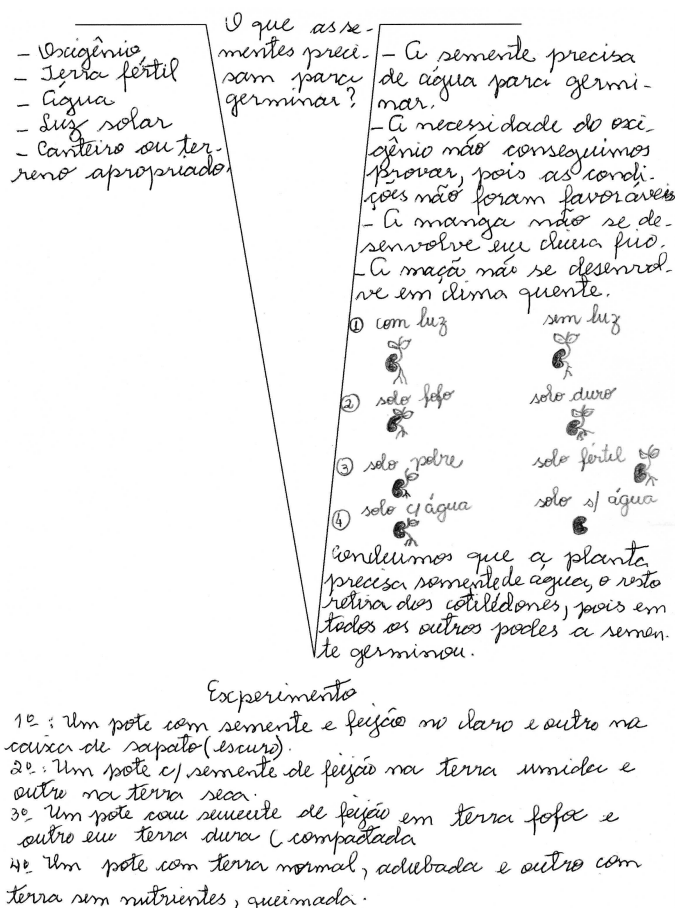


Figura 36 – Diagrama Vê, construído pelo aluno D, durante a atividade 3.

Outro conjunto de Diagramas Vê construído pelos alunos ao longo da atividade 03, encontra-se no Anexo L.

Durante as discussões sobre a germinação, um fato que chamou a atenção dos alunos foi o posicionamento da raiz e do caule durante a germinação. Os alunos questionaram qual o mecanismo que orienta a raiz a crescer em direção ao solo e o caule, em direção à luz. Muitos alunos discordaram dessa afirmação, alegando que, em apenas uma parte das sementes isso ocorria; quando isso não ocorria, a semente não germinava e morria. Isso gerou a necessidade de uma nova experimentação “Como a semente germina?”, que tornou-se a próxima questão-foco.

4.4 Atividade 04: Aplicação e Análise

Iniciamos a atividade com o registro da questão-foco no Vê e o registro dos conhecimentos prévios. A figura abaixo apresenta os conhecimentos

prévios apresentados pelos alunos diante da questão-foco: como a semente germina.

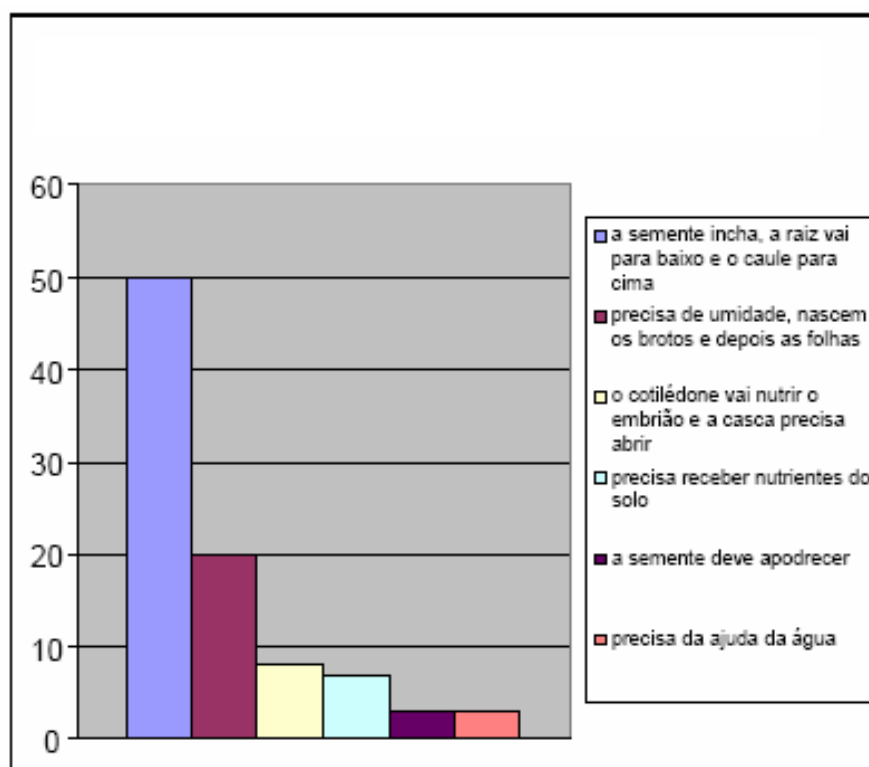


Figura 37 – Gráfico dos conhecimentos prévios registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 04-Como uma semente germina

Os conhecimentos prévios apresentados pelos alunos estão representados nas seguintes asserções: “ a semente precisa de água para germinar; o caule nasce para cima e o raiz para baixo; a semente fica túrgida e abre para o embrião começar a se desenvolver; a raiz deve procurar o solo e o caule deve procurar a luz; a semente precisa sair de seu estado de dormência; o caule busca a luz e as raízes buscam a terra, por causa dos nutrientes; o caule vai crescendo para cima porque vai subindo em direção à luz; a raiz desce um busca dos nutrientes da terra. ” Houve uma grande dificuldade em pensar um experimentos que apontasse para a solução do problema apresentado. Julgamos que havia a necessidade da interferência do professor e esclarecemos que, uma vez que os processos responsáveis pela germinação da semente ocorrem no interior da planta, não seria possível visualizá-los completamente. Essa afirmação levou os alunos a concluírem que seria necessário uma discussão teórica inicial para que, depois, pudessem pensar sobre experimentos, os quais poderiam

corroborar o que havia sido visto na teoria. Combinamos, então, que antes de pensarmos nas atividades, faríamos uma sistematização sobre o que já havíamos visto e o que ainda nos restava descobrir, para completar a idéia do que é uma semente e de como ela germina. Combinamos que o professor elaboraria um material para facilitar essa sistematização. O texto inicial usado, nesta atividade, encontra-se no Anexo M.

Na semana seguinte, após discussão e análise dos textos, os alunos sugeriram algumas atividades que poderiam comprovar as discussões feitas. Os alunos sugeriram que se plantasse sementes em diferentes posições, próximas à borda de um frasco transparente para que se pudesse observar o movimento da raiz e do caule, durante a germinação.

Sugerimos uma atividade em que as sementes são “plantadas” em papel filtro, dentro de uma caixa transparente de CD. Assim, ao mudar a posição da caixa, depois da germinação, observa-se uma mudança na posição do caule e da raiz.

Os experimentos propostos foram montados e cuidados pelos funcionários da casa de vegetação. Os alunos comprometeram-se a acompanhar, diariamente, os resultados, anotando o que viam.

As figuras abaixo mostram os experimentos montados pelos alunos nesta atividade.



Figura 38 – Experimento feito durante a atividade 4.



Figura 39 – Experimento feito durante a atividade 4.



Figura 40 – Experimento feito durante a atividade 4.



Figura 41 – Experimento feito durante a atividade 4.

Outro grupo optou por plantar outro tipo de semente. Observe as figuras abaixo.



Figura 42 – Experimento feito durante a atividade 4.



Figura 43 – Experimento feito durante a atividade 4.



Figura 44 – Experimento feito durante a atividade 4.



Figura 45 – Experimento feito durante a atividade 4.

O experimento com a caixa de CD não foi feito por nenhuma equipe, pois ninguém providenciou o material para a atividade.

Na semana seguinte, os resultados foram discutidos. Podemos observar, nas figuras a seguir, os resultados desta atividade.



Figura 46 – Resultado obtido pelos alunos na atividade 4



Figura 47– Resultado obtido pelos alunos durante a atividade 4.

Foi trabalhado, em grupos, um segundo texto retirado do material histórico, o qual explicava os mecanismos que controlam o crescimento da raiz e do caule. O mesmo texto foi lido por todos os grupos e posteriormente, cada grupo apresentou o que julgou mais importante, relacionando os novos conhecimentos ao resultado dos experimentos realizados. O texto usado neste momento da atividade encontra-se no Anexo N. As asserções de valores registradas pelos alunos ao final desta atividade encontram-se na figura abaixo.

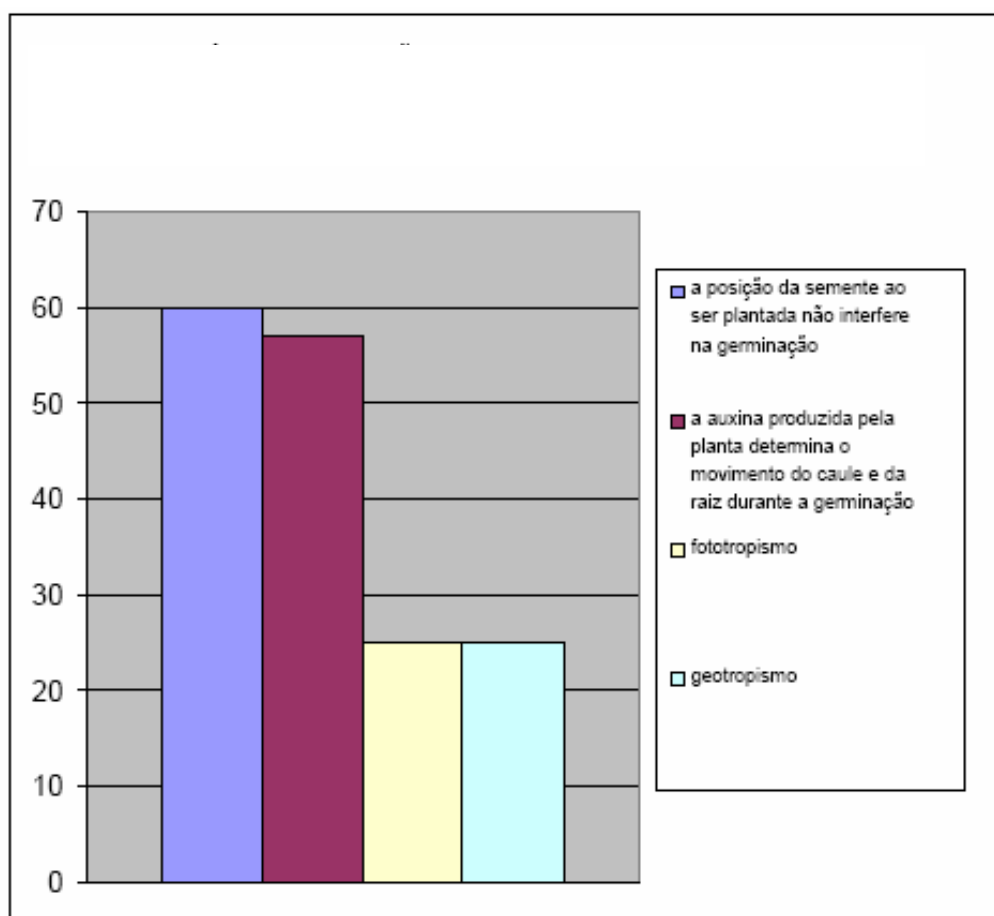


Figura 48 – Gráfico da asserção de conhecimentos registrados pelos alunos durante a construção do Diagrama Vê da atividade 04 - Como as sementes germinam.

As asserções de valores apresentadas pelos alunos podem ser exemplificadas pelas seguintes frases: “independente de como a semente é plantada, o caule irá crescer para a luz e a raiz irá para a terra, pois a auxina promove esses movimentos; a auxina presente no caule e na raiz faz com que

estes apresentem movimentos diferentes: o caule cresce em direção à luz (fototropismo) e a raiz cresce em direção à terra (geotropismo); independente da posição em que eu plantar a semente, a raiz vai para baixo e o caule vai para cima, isso é possível porque a planta produz auxina(AIA), que é quem produz os movimentos diferenciados na raiz e no caule.”

O diagrama Vê do aluno A, contendo as informações referentes a essa atividade, encontra-se na Figura 49.

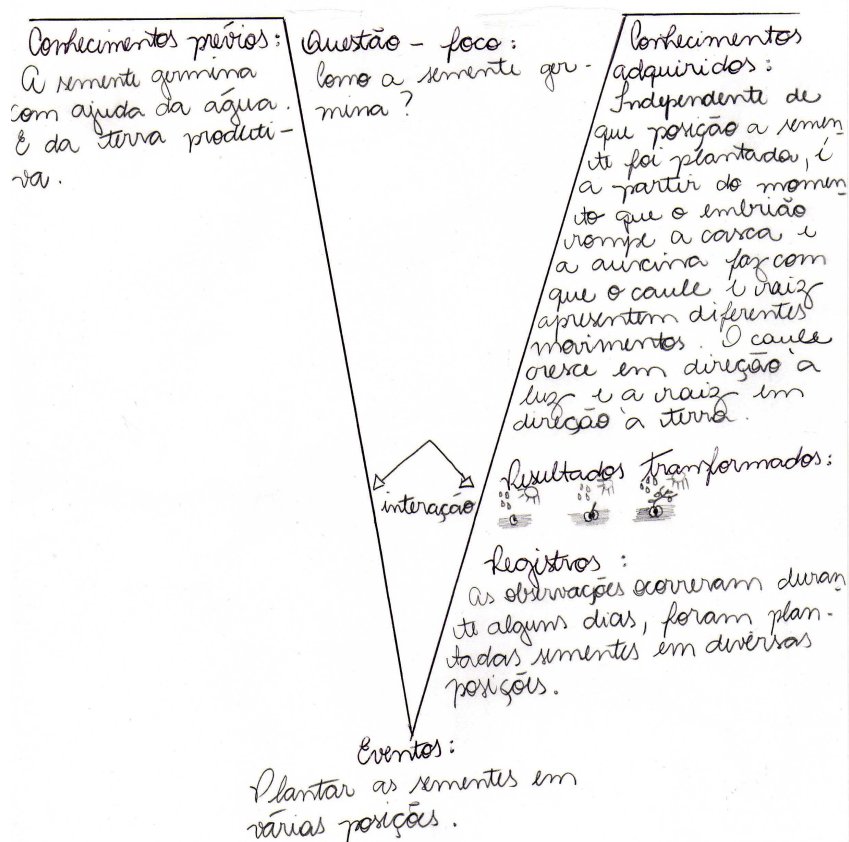


Figura 49 – Diagrama Vê, construído pelo aluno A, durante a atividade 4.

Podemos observar que o aluno continua afirmando, nos seus conhecimentos prévios, que a semente precisa de “terra produtiva” para germinar, embora tenha apresentado conclusões diferentes no diagrama anterior. Isso parece indicar que a assimilação dos conhecimentos foi muito superficial e provisória, apontando para a necessidade que os conceitos sejam retomados.

Os termos usados pelo aluno em suas asserções foram retirados do material histórico, indicando mais uma vez que houve a compreensão do material.

A figura 50 apresenta o Diagrama Vê construído pelo aluno B, durante a atividade 04.

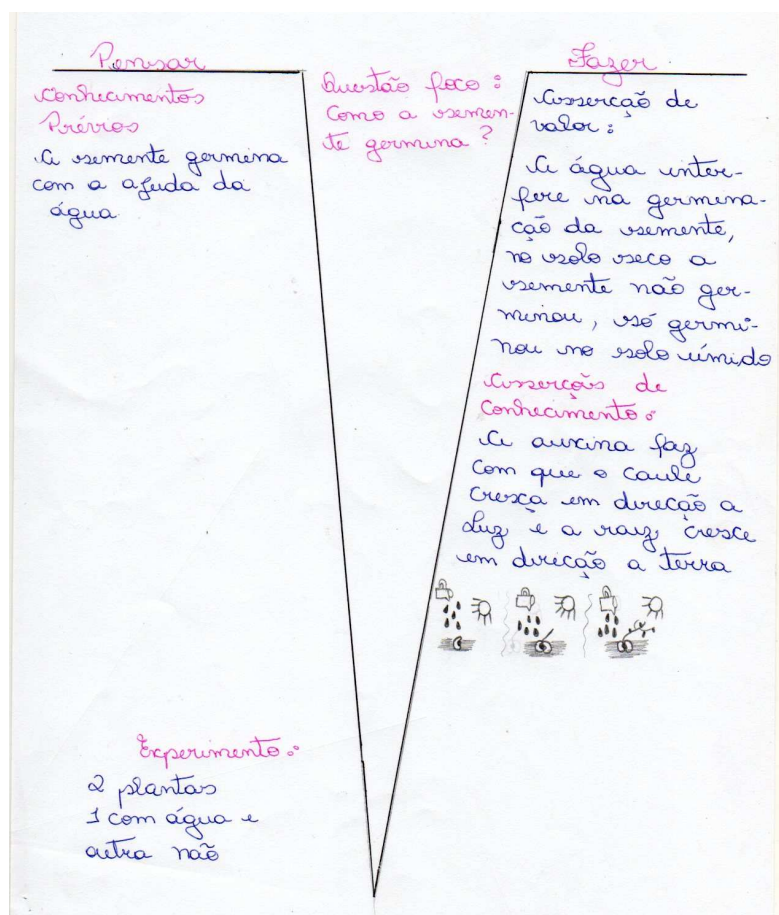


Figura 50 – Diagrama Vê construído pelo aluno B durante atividade 4.

É possível observar que o aluno B já consegue, em seus conhecimentos prévios, mostrar que construiu uma nova visão sobre as necessidades da semente para germinar, pois afirma que há apenas a necessidade da água. Porém, em seus desenhos, o aluno aponta também para a necessidade da luz, pois desenha o sol em todos os momentos da germinação da semente. O aluno volta a afirmar em suas asserções finais a necessidade da água para a germinação, junto com a explicação, retirada do material histórico, que aponta para a ação da auxina.

Parece ter havido uma construção significativa dos conceitos por parte deste aluno, ao longo do desenvolvimento das atividades.

O Diagrama Vê, construído pelo aluno C, durante a atividade 04 encontra-se na Figura 51.

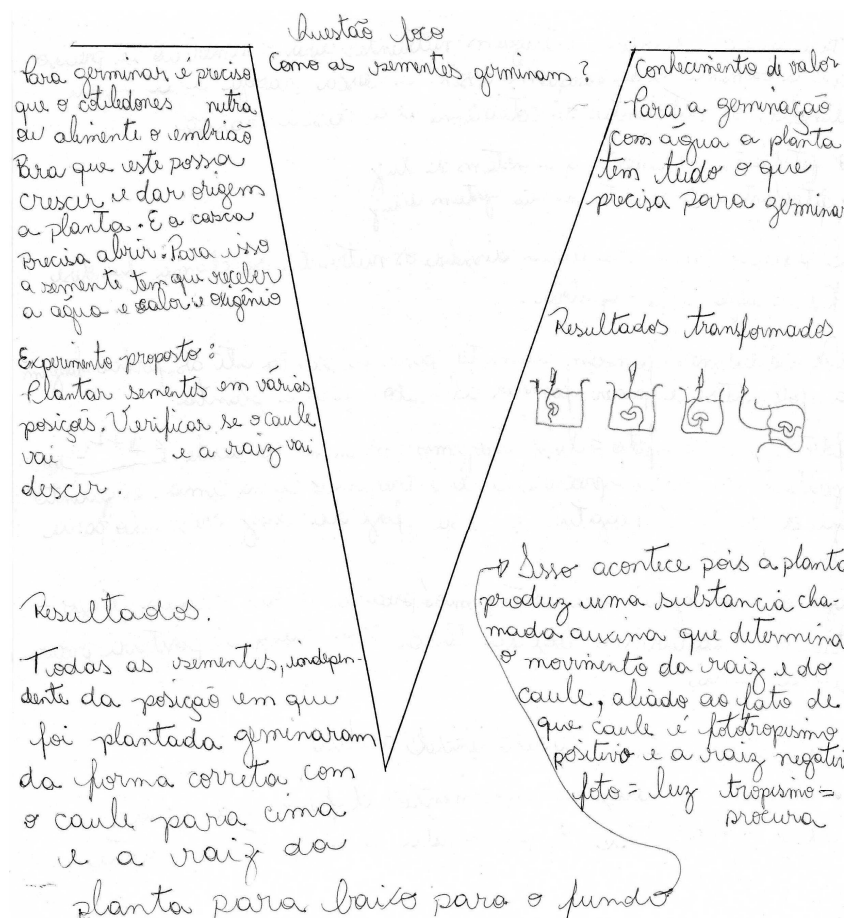


Figura 51 – Diagrama Vê, construído pelo aluno C, durante a atividade 4.

Podemos observar que o aluno C afirma que a planta necessita de água, calor e oxigênio para o rompimento da casca, o que seria indispensável para a germinação da semente. Isso demonstra uma certa confusão em relação aos conceitos adquiridos na atividade anterior. A descrição dos resultados, utilizando termos conhecidos por meio dos textos históricos, indica a aprendizagem realizada por este aluno ao usar este material.

O aluno, em suas asserções finais, aponta, como necessidade externa da semente, apenas a água.

A figura 52 apresenta o Diagrama Vê, construído pelo aluno D, durante essa atividade.

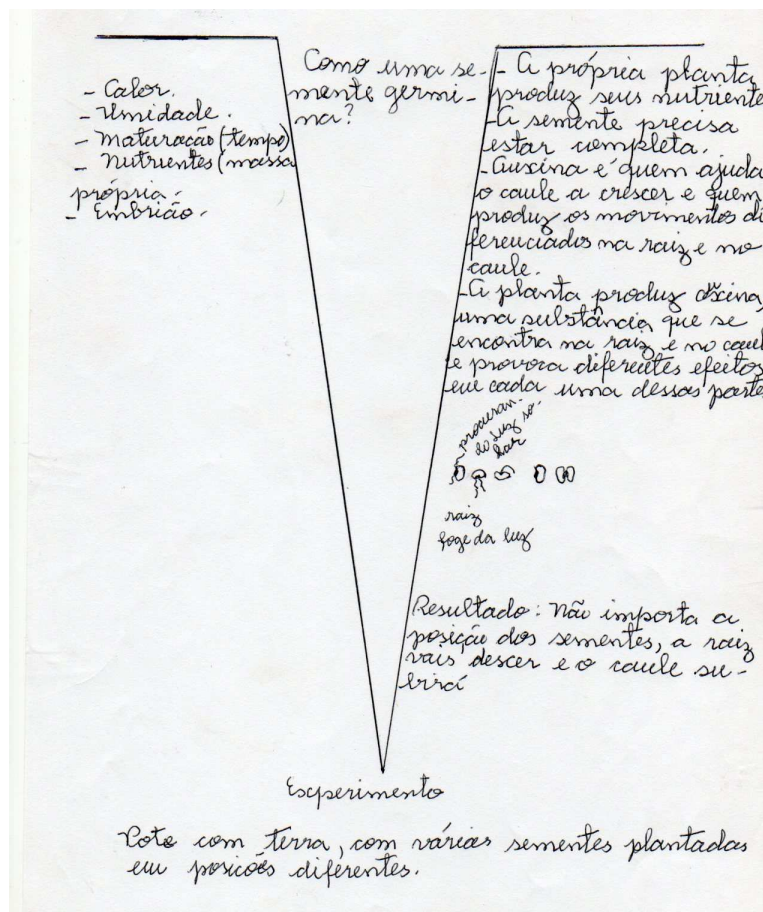


Figura 52 – Diagrama Vê, construído pelo aluno D, durante a atividade 4.

O aluno D também aponta, em seus conhecimentos prévios, para a necessidade de vários elementos externos para que a semente possa germinar, contrariando o que havia assinalado como asserção final, na atividade anterior.

Em suas asserções finais o aluno demonstra a construção de conhecimentos bem articulados, sendo capaz de apontar as necessidades internas e externas da semente para a sua germinação, bem como,, a ação da auxina, informações essas retiradas do material histórico.

Outro conjunto de Diagramas Vê construído pelos alunos no decorrer da atividade 04, encontra-se no Anexo O.

A construção desses conhecimentos, em todos os diagramas Vê deu-se a partir da atividade empírica, da estruturação da atividade por meio do Vê de Gowin e, principalmente pelo uso de textos históricos, com recortes pertinentes ao assunto em questão. Em nenhum momento pautamo-nos em livros didáticos para construir com os alunos os conceitos em questão, bem

como o uso do quadro de giz foi incipiente, recursos esses muito presentes e utilizados nas salas de aula em geral. Com isso procuramos reforçar o que segundo Ausubel et al. (1980 p. 146-147) é uma forma de observar a aprendizagem significativa, ou seja, o uso de atividades que não sejam atividades realizadas tipicamente pelos alunos. Embora o Diagrama Vê já fosse conhecido pelos alunos, não se caracterizava como uma atividade corriqueira para os mesmos.

Em todos os diagramas, é possível observar que os alunos apresentam, ao final das atividades, uma visão da natureza da ciência e da dinâmica do conhecimento científico mais próximas do esperado. São capazes de perceber as incompletudes ou mesmo as incorreções de suas idéias iniciais, porém, não consideram que o experimento realizado tenha trazido as “respostas corretas”. Apontam sempre para as possibilidades, para as incongruências encontradas. Conforme destaca Moreira (2006, p.106), o Vê feito pelo aluno aponta o que de fato o aluno aprendeu; o Vê é uma maneira sintética do aluno expor sua compreensão sobre um tópico, além de auxiliar na organização de suas idéias.

É importante relatar que, tão importante quanto o Diagrama Vê construído, foi o processo de construção do mesmo pelos alunos. Observamos, durante as aulas, uma grande parte dos alunos envolvidos com as atividades e procurando registrar e analisar seus registros de forma bastante consciente.

Em avaliações e relatos orais, os alunos reconheceram que a construção do Vê ajudava a compreender melhor a matéria que estava sendo trabalhada.

4.5 Algumas Conclusões sobre a Abordagem Adotada

Ao analisarmos os resultados obtidos por meio da nossa investigação, bem como, de todo o processo envolvido na construção da abordagem histórico-pedagógica na formação de professores para o Ensino de Ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental, observamos que a inovação metodológica apresentada mostrou-se como uma possibilidade adequada para a formação desses profissionais e uma opção de metodologia que esses futuros docentes podem ter para uso em suas salas de aula.

A abordagem adotou a articulação entre a História da Ciência e as atividades experimentais, usando, como objeto facilitador da aprendizagem significativa e ao mesmo tempo objeto de avaliação desta aprendizagem, o Diagrama Vê, ou Vê Epistemológico de Gowin.

Além dos materiais escritos coletados durante a realização das diversas atividades, temos outros indicadores da validade desta abordagem. Dentre eles, podemos citar: o grande envolvimento dos alunos nas atividades e uma mudança de postura dos mesmos em relação à natureza do conhecimento científico. Embora essa avaliação seja um tanto subjetiva, está baseada nas observações de sala, a partir das várias iniciativas demonstradas pelos alunos-professores. Outro ponto que consideramos fundamental é o aumento de alunos desenvolvendo projetos com os conteúdos de Ciências nos estágios supervisionados.

Durante a realização das atividades experimentais, a participação dos alunos foi muito superior àquela, geralmente, apresentada em outras atividades. Poderíamos supor que isso apenas aponta para a necessidade de uma forma mais concreta de trabalho com os conceitos, porém esse mesmo envolvimento também aconteceu durante o trabalho com os textos. Embora tenhamos tido a preocupação de utilizar dinâmicas diferentes para o trabalho com os alunos, ainda assim existia, nesses momentos uma necessidade maior de concentração e, mesmo durante essas atividades, o envolvimento dos alunos foi muito significativo.

O uso da História da Ciência apresentou pontos muito significativos. Ressaltamos, em especial, a idéia que o professor regente possui de como foi a construção do conceito em questão, o que auxilia o professor a conduzir de forma mais adequada a atividade. Outro ponto é o interesse que esse enfoque desperta no aluno. A visão do conhecimento científico em construção é novidade para os alunos e desperta neles o entendimento de que o conhecimento é construído pela ação humana e, portanto, fruto das ações sócio-econômicas e culturais de um povo.

Assim, foi possível observar que a visão dos alunos sobre a natureza do conhecimento científico foi sendo alterada ao longo do trabalho pedagógico. Os alunos passaram a fazer afirmações menos deterministas e a aceitar a

mutabilidade desse conhecimento, relatando inclusive momentos em que discutem esses aspectos com seus alunos no estágio supervisionado.

A seqüência de atividades foi inicialmente elaborada a partir dos marcos históricos destacados na reconstrução e os alunos apontaram, durante as atividades para os mesmos pontos já elencados historicamente. Isso ratifica observações, feitas por pesquisas anteriores, de que a construção do conhecimento individual, de certa forma, acompanha a construção coletiva e histórica do conhecimento.

O Diagrama Vê não se apresentou como um problema aos alunos como por vezes imaginamos que pudesse acontecer. Ao contrário, após algumas dificuldades iniciais, a grande maioria demonstrou grande facilidade para construir ou explicar, quando solicitado, os registros do Diagrama.

Dentre as limitações que pudemos constatar para essa abordagem, destaca-se a dificuldade que os professores poderão ter para conseguir material, a partir do qual, elaborar reconstruções históricas de formação de conceitos. Além da dificuldade de obter textos históricos, em especial na nossa língua, temos o problema do trabalho com esse material. Encontramos muitas vezes livros didáticos que, ao pretenderem uma abordagem mais histórica dos conteúdos de ciências, acabam por abordar apenas datas, nomes e anedotas históricas, o que de forma nenhuma contribuirá para o ensino de ciências. O preparo para uma transposição didática necessária a esse saber histórico pode ser uma barreira para o docente das séries iniciais.

Outro ponto que se apresenta como uma limitação para a aplicação desta abordagem, em sala de aula, é a necessidade do professor dominar a utilização do Diagrama Vê, material ainda pouco divulgado como instrumento facilitador da aprendizagem.

Com relação ao uso de atividades experimentais, essas também podem ser consideradas uma dificuldade para o trabalho docente. Além da falta de segurança do professor em realizar atividades experimentais, temos a eventual falta de condições materiais e de acessória técnica como entraves ao uso desta abordagem, em especial por professores das séries iniciais. Não podemos deixar de ressaltar que, no caso da aplicação da abordagem construída por nós, essa dificuldade foi minimizada em função da presença na

instituição de técnicos de laboratório e de espaços como as casas de vegetação, que deram o suporte necessário à parte experimental do trabalho.

Capítulo 05
Considerações Finais

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa investigação propôs a construção e a investigação da aplicação de uma abordagem histórico-pedagógica para a formação inicial de professores pedagogos, para o trabalho com a disciplina de Ciências, nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental.

Os professores formados pelos cursos de Pedagogia dispõem de pouco tempo para a aprendizagem de conceitos científicos. O resultado disso é que, embora, em termos de discurso pedagógico praticamente ninguém negue a importância social de abordar, no nível básico de educação, o conhecimento científico e tecnológico, na prática cotidiana de nossas escolas, esse parece ser o grande ausente, pois continua-se dando prioridade ao ensino das chamadas “matérias instrumentais” (matemática e linguagem). Portanto, o conhecimento científico e tecnológico é subestimado, de fato, em nossas escolas de nível fundamental, e seu ensino ocupa um lugar residual, principalmente na 1ª. e 2ª. séries do ensino fundamental, nas quais chega a ser incidental. É comum ouvirmos, em nossa prática alunos-professores que afirmam que a função primeira e, por vezes, única, das séries iniciais é o trabalho com a alfabetização, e, portanto, o trabalho com qualquer outra disciplina é realizado apenas nas ocasiões em que há tempo.

É interessante o fato de que a grande maioria desses alunos-professores, não consegue perceber a possibilidade do uso das outras disciplinas, nas atividades de alfabetização.

Neste contexto, o uso de atividades experimentais nas salas das Séries Iniciais do Ensino Fundamental é praticamente inexistente.

Embora muitos professores-alunos com os quais trabalhamos afirmem que o trabalho com as atividades experimentais, a maioria afirma que não tem condições de trabalhar com esse tipo de atividade. Outros pontos apontados para a ausência deste tipo de atividade seria a falta de espaços adequados, uma vez que nas escolas de séries iniciais não dispõe de espaços que poderiam abrigar um laboratório. Porém, acreditamos que o maior problema está realmente na falta de formação adequada dos professores que trabalham com essa faixa etária. Assim, oferecer formação mínima aos futuros professores para o trabalho com atividades experimentais desafiadoras nos

parece condição *sine qua non* para a melhoria da qualidade do ensino de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

As atividades nas quais o aluno manipula, observa, relaciona, com o objetivo de descobrir e conhecer a realidade que o rodeia, por seu aspecto lúdico, proporcionam uma aprendizagem prazerosa e significativa. A aquisição do conhecimento pelos futuros professores precisa ser feita por meio de instrumentos que, posteriormente esses professores possam usar com seus próprios alunos.

Essas atividades são, na nossa visão, imprescindíveis, e para que o professor tenha condições de desenvolvê-las, é preciso que o mesmo tenha tido acesso a elas durante a sua formação.

Conforme já apontamos, nas escolas de Ensino Fundamental, geralmente não existe um local adequado para o trabalho com as atividades experimentis. Assim, ao focar atividades experimentais simples, pretendemos mostrar que as atividades empíricas não carecem, necessariamente, de um laboratório. É possível aprender Ciências na sala de aula.

Aprender em ambiente de sala de aula, requer atividades bem planejadas para ampliar os subsunçores que esses já possuem, encorajando-os a reorganizar as suas próprias teorias. Diante disso, conhecer as concepções prévias dos alunos faz-se fundamental. O Diagrama Vê apresenta essa etapa intrínseca à sua construção. Os alunos podem, ao final da atividade, rever as suas concepções prévias e observar em que medida seus subsunçores foram alterados em função da observação dos eventos estabelecidos, das discussões realizadas, das atividades.

Nossa preocupação fundamental, ao pensarmos uma proposta para a formação de professores para o trabalho com a disciplina de Ciências, nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental era, em especial, a compreensão por parte destes, da natureza e da dinâmica do conhecimento científico.

Qualquer tentativa de ensino ou aprendizado de ciências deve levar em consideração a natureza do conhecimento a ser ensinado. Apresentar ao aluno uma forma de atividade que pode, pelo menos em parte, representar como se dá a dinâmica do conhecimento científico, pode contribuir para que este aluno

e, no caso específico do nosso trabalho, futuro professor, possa apresentar uma visão mais crítica do conhecimento científico.

Acreditamos no papel do educador de ciências como o mediador do conhecimento científico para os aprendizes, ajudando-os a tirar proveito pessoal das conclusões e maneiras sobre como o conhecimento é gerado e validado. A história da ciência tem aqui um papel valioso, na medida em que apresenta fatos que mostram, quando trabalhados adequadamente, como o conhecimento científico se constrói.

As atividades desenvolvidas em nossa pesquisa indicam que a estratégia didático-metodológica adotada, articulando a história da ciência e as atividades experimentais, mediadas pelo Vê epistemológico, é mais um importante instrumento a ser usado na formação de professores. Além de um instrumento que auxilia na compreensão de conceitos cientificamente aceitos, essa abordagem mostrou ser capaz de auxiliar na compreensão da natureza e dinâmica do conhecimento científico.

Acreditamos que ao associar os conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua construção, impedimos que os alunos concebam a ciência como construção arbitrária. Concordamos com a afirmação de pesquisas que apontam que um dos principais fatores que fazem com que os professores “ensinem ciências”, baseando-se apenas em atividades de transmissão de conceito é a visão que possuem da própria natureza da ciência. Na visão desses autores, à medida em que a ciência é um conteúdo pronto, imutável, não há mais o que ser construído, cabendo ao professor apenas transmitir o conhecimento acumulado pela humanidade.

De acordo com a perspectiva da Teoria de Aprendizagem Significativa, levar o aluno a aprender de forma significativa deve ser o objetivo da educação formal. Sabemos que a essência do processo de aprendizagem significativa é que idéias simbolicamente expressas sejam relacionadas ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto da estrutura cognitiva do aprendiz. Diante disso, conhecer o que pensa o aluno, ou seja, quais os subsunçores que devem ser mobilizados, é fundamental. Esse ponto, às vezes tão complicado para os professores, é parte integrante da Vê de Gowin, apontando mais uma vez para a grande importância deste instrumento, que pode ser usado como mais um recurso de aprendizagem e de avaliação.

A análise dos Vês, construídos durante as atividades desenvolvidas no decorrer da investigação, permite inferir dedutivamente que o uso da História da Ciência causa profundas alterações nas concepções dos alunos, em especial, sobre a natureza do conhecimento científico. Os alunos que apresentavam, nos registros de conhecimentos prévios, visões muito deterministas e mesmo simplistas de conceitos científicos passam, após o trabalho com os textos históricos, a apresentar visões mais críticas do conhecimento científico.

Ao trabalhar com a formação de professores das séries iniciais, com o objetivo de qualificá-los para o desenvolvimento, com segurança, de atividades na área de ciências, tivemos a oportunidade de observar que estes tinham um discurso pelo qual a ciência era vista como perfeita, como conhecimento incontestável. Percebemos que a inclusão de discussões e práticas, que evidenciam o caráter racional e falível da ciência, nas disciplinas que abrangem o trabalho com a disciplina de Ciências, se não é suficiente para que os professores, realmente, revejam suas concepções sobre ciência, contribui sobremaneira. Os registros apresentados nos Vês apontam, claramente, para essa mudança nos conceitos dos alunos.

Referências

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I.(org) **Formação reflexiva de professores** : estratégias de supervisão Porto : Porto Editora, 2000.
- ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva** 4a. Ed. São Paulo, Cortez, 2005.
- ALMEIDA, M.J.P.M.de , Historicidade e interdiscurso : pensando a Educação em Ciências na escola básica. **Ciência & Educação** V.10 n. 03 p.333-341, 2004
- ALVES FILHO, J. de P. Regras da Transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Cadernos Catarinenses Ensino de Física**. V. 17, n. 2. Agosto 2000.
- ARAMAN E.M. de O. **Uma proposta para o uso da história da Ciência para a aprendizagem de conceitos Físicos nas séries iniciais do ensino Fundamental**. Dissertação. 243p. Londrina: UEL, 2006.
- ASTOLFI, J.P., DEVELAY, M. **A didática das ciências**. Campinas, SP: Papirus Editora, 1991. 2a ed.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, jun. 2001.
- AUSUBEL,D.P.; NOVAK.J.D. e HANESIAN,H. **Psicologia Educacional**. Trad. Eva Nick. 2ª. Edição.Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BATISTA, I. de L. O ensino de Teorias física mediante uma estrutura histórico filosófica. **Ciência & Educação** , V.10 n 03 p.461-476, 2004
- BARROS, M.A.; CARVALHO,A. M. P. de A história da ciência iluminando o ensino de visão. **Ciência & Educação**, Bauru, v.5,n.1,p.83-94.1998.
- BERBEL, N. A. N. (Org.) **Metodologia da Problematização**: fundamentos e aplicações. Londrina, INEP/Ed.UEL, **1999**. 196p.
- BRANDI, A. T. ; GURGEL,C. M. do A., A Alfabetização científica e o processo de ler e escrever nas séries iniciais : emergências de um estudo de investigação-ação. **Ciência & Educação** V.8 n. 1 p. 113-125, 2002
- BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação** no. 9394 de 20/12/96.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências**. Brasília, 1997.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. **Proposta de Diretrizes para a formação inicial de professores da educação básica em cursos de nível superior**. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. **RELATÓRIO PISA**. Disponível em: www.inep.gov.br/internacional/pisa/2004, acesso em: 25/08/2007.

BREJON, M. (Org.). **Estrutura e funcionamento do ensino de 1º e 2º graus**. São Paulo: Pioneira, 1982.

CAMPOS, M. M. A formação de professores para crianças de 0 a 10 : modelos em debate. **Educação & Sociedade** ano XX n.68 dez., 1998.

CAMPOS, M.C.; NIGRO, R.G. **Didática de ciências**: O ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD Editora, 1999.

CONTRERAS, José. **A autonomia de professores**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

CARNEIRO, M. H . da S.; GASTAL M. L., História e Filosofia das Ciências no Ensino de Biologia. **Ciência & Educação** V.11 n.1 p. 33 a 39, 2005.

CARVALHO, A.M.P.de et al. **Ciências no Ensino Fundamental – O conhecimento físico**. São Paulo : Scipione, 1998.

CARVALHO, A. M. P. de A nova lei de diretrizes e bases e a formação de professores para a educação básica. **Ciência & Educação** v.5, n. 2, 1999.

CASTRO, R.S.; CARVALHO, A. M. P.de. História da ciência : investigando como usá-la num curso de segundo grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 225-237, 1992.

CHALMERS, Alan. **O que é ciência, afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1986.

CHASSOT , A. Alfabetização Científica: Uma possibilidade para a inclusão social. *Revista brasileira de Educação*. n.22, São Paulo, 2003.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Editora Aique, Argentina, 1991.

CLÉMENT, P. Didactic transposition and the KVP model : conceptions as interactions between scientific knowledge, values and social practices. IN: Carvalho, G.S., Jorde, D., Dillon, J., Clément, P. & Gil-Quilez, M.J **Summer School 2006 - Programme and Synopses**. Braga: Instituto de Estudos da Criança, p. 9-18, 2006.

CONTRERAS, J. **Autonomia de Professores**. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, N. C. . Ensino do Sistema Sangüíneo Humano: A Dimensão Histórico Espistemológica. In: Cibelle Celestino Silva. (Org.). **Estudos de História das Ciências: Subsídios para a Aplicação no Ensino**. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, v. 01, p. 265-286.

DÍAZ, J. A. A.; ALONSO, Á. V.; MAS, M. A. M. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 2, 2003

EL-HANI, C. N.; BIZZO, N. M. V. **Formas de Construtivismo: Mudança Conceitual e Construtivismo Contextual**. UFBA, 2002. Disponível em: <http://www.aprender.unb.br/file.php/807/Textos_2006/EIHaniBizzo-Mudanca_Conceitual.pdf> Acesso em 12/01/2008.

DUARTE, N. As Pedagogias do “aprender a aprender” e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. **Revista Brasileira de Educação**. n.18, 2001.

FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo, EPU, 1985.

FONSECA, P.; BARREIRAS, S.; VASCONCELOS, C. Trabalho experimental no ensino de Geologia : aplicações da investigação na sala de aula. **Enseñanza de las Ciencias**, 2005 número extra. VII congresso.

FOURÉZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica a cerca de la enseñanza de las ciencias**. Ed. Colihue, Buenos Aires, 1995.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. Saberes Necessários à Prática Educativa. São Paulo : Paz e Terra, 1999.

FREIRE JR, O. A relevância da filosofia e da história das ciências para a formação dos professores de ciências. In: SILVA FILHO, W. J. et al. **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Salvador: Ed. Arcádia, 2002, p. 13-30

GALSTON, A. W. ; DAVIES, P. J. **Control mechanisms in plant development**. Ed. Edgard Blucher Ltda. 1972.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma Imagem Não-deformada do Trabalho Científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GOWIN, D. B., **Educating**. Ithaca, N.I: Cornell University Press, 1981.

GUARNIERI, M. R. (org) **O caminho nada suave da docência**. 2a. Ed., Campinas, Autores Associados, 2005.

HARRES, J.B.S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.4, n. 3. 1999. Disponível em <http://www.if.ufrg.br/public/ensino/revista.htm> Visualizado em: 09 jan 2006.

HAVEN, P.H., **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 728 pp. 1996.

IMBERNÓN, F., **Formação docente e profissional : formar-se para a mudança e a incerteza**. 5^a Ed. São Paulo, Cortez, 2005.

KRASILCHIK, M. *Formação de professores e ensino de Ciências: tendências nos anos 90*. In: MENEZES, L. C. (Org.). **Formação continuada de professores de Ciências**. Campinas: Autores Associados. 1996, p.135-40.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, 14: p. 85-93, 2000.

LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M.; BATISTA, I. L. Controvérsias Construtivistas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 18, n.2, 2001.

LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M. **Educação científica** : controvérsias construtivistas e pluralismo metodológico. EdUEL, Londrina, 2005.

LEDERMAN, N. G. Teachers understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. **Journal of Research in Science Teaching**. V. 36 (8), p. 916-929, 1999.

LORENCINI JR., A., **O professor de Ciências e os modelos de formação**. Textos da disciplina “O professor de Ciências e os modelos de formação” do programa MECCEM, UEL, 2006.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. v.3, n.1, 2001.

LÜDKE, Menga & ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARANDINO, M. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. **Revista Brasileira de Educação**. n 26, 2004.

MARTINS, R. de A. A teoria aristotélica da respiração. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**. Campinas, série 2, 2(2), p.165-212, JUL-DEZ., 1990

MARTINS, R. de A. Introdução : A História das Ciências e seus usos na Educação. In: **Estudos de História e Filosofia das Ciências**. SILVA, C.C. (org). Ed.Livraria Física, 2006.

MASSONI, N. T. **Estudo de caso etnográfico sobre a contribuição de diferentes visões epistemológicas contemporâneas na formação de professores de Física**, Dissertação de mestrado, Porto Alegre, Instituto de Física, UFRGS, 2005

MATTHEWS, M. R., A role for history and philosophy in Science teaching. **Atas do X simpósio nacional de Ensino de Física “Tempo de Avaliação”** p. 276-280, 1993.

_____ História, Filosofia e Ensino de Ciências : A tendência atual da reaproximação. **Cadernos Catarinenses de Ensino de Física**. V. 12 n.03 p. 164-214, 1995.

MAYR, E. **A Evolução do Pensamento Biológico**. Brasília: Ed.Da UnB, 1998.

MIZUKAMI, M.G.N. **Aprendizagem Profissional da Docência**. Saberes, Contextos e Práticas. São Carlos: ed. FSCar, 2002.

MONTEIRO, M. A. A. ; TEIXEIRA, O. P. B. , O ensino de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental : um estudo dos influências das experiências docentes em sua prática de sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências** V. 9 n. 01, 2006.

MOREIRA, M.A.; BUCHWEITZ, B., **Novas estratégias de Ensino e Aprendizagem** : mapas conceituais e o Vê epistemológico. 1a. Ed. Platano, Lisboa, 1993.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**: um conceito subjacente. Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizagem Significativa. Burgos, Enpaña, 1997.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa**. UnB, Brasilia, 1999.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. **Atas do III Encontro sobre Aprendizagem Significativa**. Lisboa, 2000

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica**. **Ata da Conferência de Encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**. Madrid, Espanha, 2006.

MORTON, A.G. **History of Botanical Science**. Ed. Academic Press Inc. New York, 1981.

NARDI, R. ; ALMEIDA, M.J.P.M.de. Formação da Área de Ensino de Ciências: Memórias de Pesquisadores no Brasil. **II Encontro Iberoamericano sobre Investigação Básica em Educação em Ciências**, Burgos, Espanha, setembro de 2004.

NOVAK, J.D. GOWIN, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução de Learning how to learn (1984). Ithaca, N.Y.: Cornell University Press 1996.

OSTERMANN, F. **História e filosofia da ciência no ensino de física**. Porto Alegre, UFRGS, 2000.

PAPAVERO, N.; LORENTE-BOUSQUETS, J. & R. MASCARENHAS. **História da Biologia Comparada**. Desde o Gênesis até o fim do Império Romano do Ocidente. Ribeirão Preto: Holos. 2000.

PARANÁ, Secretaria de Estado de Educação. **Diretrizes Curriculares de Ciências para a Educação Básica**. Curitiba, 2006

PATY, M. Ciência: aquele obscuro objeto de pensamento e uso”. In: Silva Filho, W. J. et al **Epistemologia e Ensino de Ciências**, Salvador, Ed. Arcádia, 2002, p.145-154.

PEDUZZI; L O. Q. **As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história e filosofia da ciência em um curso de mecânica**. 1998. 849f. Tese (Doutor em Ensino de Ciências Naturais). UFSC, Florianópolis, 1998.

PIMENTA, S. G. Formação de professores : Saberes da docência e identidade do professor. **Revista da Faculdade de Educação** V.22 n. 2 São Paulo, 1996 p. 72 – 89.

PIAGET J. ; GARCIA, R. **Psicogênese e História das Ciências**. (Jesuíno, M.F.M.R., Trad.). Lisboa: Dom Quixote,1987.

PORTELA. S. I. C. O uso de casos Históricos no Ensino de Física: Um Exemplo em Torno da Temática do Horror da Natureza ao Vácuo. Dissertação de mestrado , 2005.

ROCHA, J. F. (Org.) **Origens e evolução das idéias da Física**. Salvador: Edufra,2002.

RONAN, C. A. **História Ilustrada da Ciência**: Das Origens à Grécia. Circulo do Livro, 1987.

_____. **História Ilustrada da Ciência**: Oriente, Roma e Idade Média. Circulo do Livro, 1987.

_____. **História Ilustrada da Ciência**: Da Renascença à Revolução Científica. Circulo do Livro, 1987.

_____. **História Ilustrada da Ciência**: A ciência nos séculos XIX e XX . Circulo do Livro, 1987.

SAITO, C. H. Política nacional de Educação ambiental e construção da cidadania: desafios contemporâneos. In: RUSCHEINSKY, A. et al. **Educação Ambiental: abordagens múltiplas**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SANTOS, F.S.dos A Botânica no Ensino Médio : Será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas ? In: **Estudos de História e Filosofia das Ciências** : Subsídios para aplicação no Ensino. SILVA,C.C. (org). Física editora: São Paulo, 2006.

SCHÖN, D. **Formar professores como profissionais reflexivos**. In: NÓVOA, A (Coord). Os professores e sua formação. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992, p.77-92

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000

SHEN, B. S. P. Science Literacy. **American Scientist**, v. 63, p. 265-268, may.-jun. 1975.

SILVA,L.H.A. ; SCHNETZLER, R.P., Buscando o caminho do meio “ a sala de espelhos” na construção de parcerias entre professores e formadores de professores. **Ciências & Educação** V. 6 n. 1 , 2000.

SILVA,C.C.; MARTINS, R.de A. A teoria das cores de Newton : um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**, Bauru, v.9, n. 1, 2003.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica. São Paulo: Edusp, 1995.

SOUZA,S. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. de. Leituras na mediação escolar em aulas de ciências : a fotossíntese em textos originais de cientistas. **Proposições**, São Paulo, v.12, n.1, 2001.

TANCREDI, R.M.S.P.Globalização, qualidade de ensino e formação docente. **Ciência & Educação** v.5 n.2 1998.

TARDIF,M. Os professores enquanto sujeitos do conhecimento: subjetividade, prática e saberes no magistério. In. CANDAU,V. (Org) **Didática, Currículo e saberes escolares**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

TARDIF,M.; LESSARD,C. **O trabalho docente**: Elementos para uma teoria da docência como profissionais de interações humanas.Petrópolis, RJ : Vozes, 2005.

TEIXEIRA, E. S. **A influência de uma abordagem contextual nas concepções sobre a natureza da ciência**: um estudo de caso com estudantes de física da UEFS. Dissertação. 130p. Salvador: UFBA/UEFS, 2003.

TEIXEIRA, E.S; EL-HANI, C.N; FREIRE JR, O. F. Concepções de estudantes de Física sobre a natureza da ciências e sua transformação por uma abordagem conceitual do Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1(3), 2001.

TROWBRIDGE L. W.; BYBEE, R. W. **Becoming a Secondary School Science Teacher**. Fifth Edition. New York: Macmillan Publishing Company, 1990.

TURATO, E .R. **Tratado da metodologia da pesquisa qualitativa**. Petrópolis RJ.: Editora Vozes, 2003.

UNESCO. **Science for the twenty-first century**. Paris, 2000. Disponível em <[http://www.Scielo.br/SciELOOrg/php/similar.php?text=Science for the twenty.first century](http://www.Scielo.br/SciELOOrg/php/similar.php?text=Science%20for%20the%20twenty.first%20century). Acesso em : 05/02/2007.

VALADARES, J.A. Da história ao ensino de ciências : o exemplo clarificador da construção da teoria da relatividade restrita. **Enseñanza de las Ciencias**, 2005 número extra. VII congresso.

VALADARES, J. O ensino experimental das Ciências: do conceito à prática : Investigação / ação/reflexão. **Proformar online** n. 13 p. 5 – 15, 2006

VIANNA,D.M.; CARVALHO, A. M. P., Formação permanente : a necessidade da interação entre a ciências dos cientistas e a ciência da sala de aula. **Ciência & Educação** V. 6 n. 1 , 2000

WHATLEY,J.M. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo EPU, 1982.

ANEXO A – Texto sobre o diagrama Vê

UNIFIL

Disciplina : Conteúdo e Metodologia de Ciências
Docente : Eliana Guidetti do Nascimento

3º. Pedagogia

O Vê de Gowin

Cada aluno, quando entra em uma sala de aula, para aprender um assunto, é um ser único, que viveu até aquele momento uma seqüência de experiências únicas; isso faz com que a sua estrutura cognitiva seja única, muito própria. Diante disso, sua aprendizagem será também um ato pessoal e idiossincrático. Como ajustar, então essa realidade à da sala de aula, em especial, nas atividades experimentais nas aulas de ciências?

É preciso, primeiro, considerar os conhecimentos que os alunos trazem consigo e, a partir daí, observar o crescimento de cada aluno. Por meio dos instrumentos convencionais de acompanhamento ou avaliação (relatórios, provas, trabalhos) isso se torna bastante difícil, em especial, em turmas mais numerosas.

Levando-se em conta que o que pretendemos com nossos alunos é uma aprendizagem significativa, ou seja, que os novos conhecimentos se articulem com os conhecimentos que o aluno já dispõe em sua estrutura cognitiva, então há que se usar um instrumento que, além de favorecer essa aprendizagem, também possa ser objeto de avaliação, tanto pelo professor quanto pelo próprio aluno, que pode observar a sua construção de conhecimentos.

Assim o Vê de Gowin, ou Vê Epistemológico, ou simplesmente Diagrama Vê, é uma opção.

Esse diagrama foi pensado por Gowin tendo por base em questões que o aluno deve sempre tentar responder quando está diante de um novo conteúdo. As cinco questões que embasaram as idéias de Gowin (1981, p. 28), quanto à construção do Vê epistemológico foram as seguintes :

- a) Qual a questão-foco? Essa questão diz respeito àquilo a pesquisa pretende descobrir.

- b) Quais são os conceitos-chave? Quais os conceitos disciplinares que são necessários para entender a pesquisa?
- c) Qual(is) é(são) o(s) método(s) usado(s) para responder à(s) questão(ões)-foco? Esses são métodos utilizados para obtenção e interpretação?
- d) Quais são as asserções de conhecimentos? Essas são as respostas dadas pelo pesquisador como respostas válidas às questões-foco?
- e) Quais são as asserções de valor? Essas são afirmativas explícitas ou implícitas, no que diz respeito à qualidade ou valor do questionamento, e às respostas encontradas no questionamento?

O Vê é um instrumento que apresenta a forma mesma de um V; o vértice da figura aponta para os acontecimentos e objetos que estão na base do conhecimento. O Vê Epistemológico é o instrumento indicado para ajudar na organização de uma pesquisa, refletindo sobre os elementos que a constituem: a teoria, na qual esta baseada a investigação – incluso, aí, os conceitos que se pretende trabalhar e a metodologia de pesquisa que irá desenvolver. A parte esquerda do Vê, corresponde à parte conceitual da pesquisa e às construções que se tem desenvolvido ao longo do tempo (conceitos, princípios, teorias). O lado direito do Vê constrói-se em função da investigação que se está promovendo, podemos dizer que é a parte metodológica da pesquisa. Neste lado toma-se nota das transformações e observações que vão ocorrendo; constrói-se os gráficos, as tabelas, e registram-se os dados observados. A Metodologia é a explicação detalhada e exata de toda ação desenvolvida no trajeto do trabalho de pesquisa. É a explicação do tipo de pesquisa, do instrumental utilizado (questionário, entrevista etc.), do tempo previsto, da equipe de pesquisadores e da divisão do trabalho, das formas de tabulação e tratamento dos dados, enfim, de tudo aquilo que se utilizou. Esses dados são reconstruções da experiência.

Como usar o Vê ?

Diante de uma situação problema, o aluno é incentivado a criar uma questão que traduza seu problema; essa questão é a questão-foco. Posteriormente, deve ser incentivado a esquematizar um experimento que possa realizar e deve, ainda, registrar as suas concepções prévias, em especial, aquelas que ele julga que apresentem as condições necessárias para a resolução significativa de problema (componente conceitual). Ao aplicar a experimentação, recolhe os dados e os transforma em gráficos, tabelas, desenhos. Ao final, terá as respostas à questão-foco, na forma de juízos cognitivos. Para mostrar que conhece os significados das conclusões a que chegou, discute a resolução e as soluções assumindo um ou mais juízos de valor (componente metodológico).

Observe um exemplo no anexo.

Referências

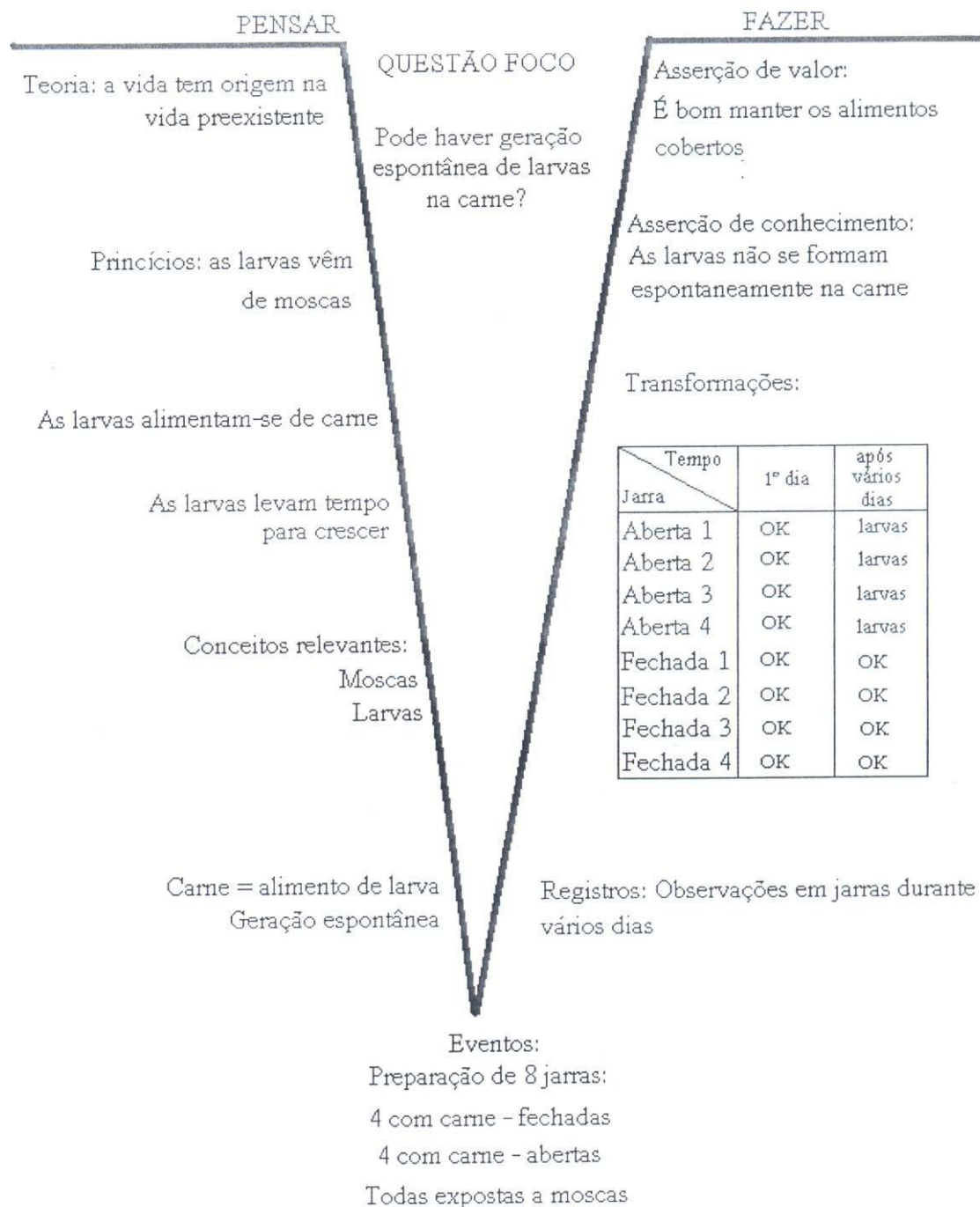
GOWIN, D.B., **Educating**. Ithaca, N.I: Cornell University Press, 1981.

VALADARES, J.A. Da história ao ensino de ciências : o exemplo clarificador da construção da teoria da relatividade restrita. **Enseñanza de las Ciencias**, 2005 número extra. VII congresso.

VALADARES, J. O ensino experimental das Ciências: do conceito à prática : Investigação / ação/reflexão. **Proformar online** n. 13 p. 5 – 15, 2006

O Vê de Gowin – Um exemplo

O uso do Vê para avaliação



ANEXO B – Conjunto de diagramas Vê construídos pelos alunos com o tema Astronomia

O Diagrama V

Fumar

Fazer

TEORIA: A mudança de intensidade depende da distância entre a terra e o sol.

PRINCÍPIOS: Existem quatro estações no ano. Quando a terra está perto do sol é verão e, quando a terra está longe do sol é inverno.

CONCEITOS RELEVANTES: Terra gira em torno do sol e de si mesma. Sol não sai do lugar, apenas ilumina a terra e a lua.

Questão - foco
como se formam as estações do ano?

ASSERTÃO DE VALOR: não importa a estação do ano, é importante o uso do filtro solar para proteger a pele

ASSERTÕES DE CONHECIMENTO
As estações do ano se formam através do movimento que a terra faz em torno do sol.

TRANSFORMAÇÕES:



REGISTROS: Observações feitas através do movimento da terra em relação ao sol e a lua.

EVENTOS:

- 1 bola de papel, média - Sol
- 1 bola de papel, pequena - Lua
- 1 vela ou lâmpada - Sol
- 3 palitos de churrasque para movimentar a terra e a lua
- 1 alfiler (no caso de usar a bola)

Interação

Anexo B2

Tema: O sol que gira em torno da terra?

Princípios: - Estações do ano
- Fases da lua
- Eclipse lunar e solar
- O sol gira em torno da terra

Conceitos relevantes:
Sol durante o dia
Lua durante a noite
Terra sombria na lua = eclipse
Lua sombria na terra = eclipse

Questões focos
Como se forma as estações do ano?

Aserção de relato: Usar filtro solar no verão.

Aserção de conhecimento
As estações do ano ocorrem devido ao fato que o Planeta Terra inclinado gira em torno de si e em torno do sol.
O sol não se movimenta e sim o mundo.

Transformação:



Registro: Foi colocado a vela no meio representando o sol. De um lado o mundo e de outro a lua. Movimentamos o mundo em torno do sol, para vermos o que acontece quando ele gira em torno do sol e de si mesmo.

Orientes

Foi utilizado uma bola de isopor do tamanho de uma laranja representando o sol. Uma bola de isopor do tamanho de uma cereja representando a lua. Uma vela representando o sol.
Dois palitos de churrasco que atravessamos nas bolas de isopor, para representar seu eixo.

Anexo B 3

Questões feitas
Como se forma
as estações do
ano?

Teoria: O sol é uma
estrela. O Planeta
Terra movimenta-se
em torno do sol?

Princípios: O Planeta gira
em torno do sol.
Temos quatro estações
do ano.
Existe quatro fases de
lua.

Conceitos relevantes:

- Sol durante o dia
- Terra girando em torno de si
- Movimento
- Lua durante a noite

Aserção de valores: No
verão, devido ao fato de o
sol estar mais perto e forte
devemos usar protetor solar.

Aserções de conhecimento:
As quatro estações do ano acentuam-se durante o tempo em que a
Terra inclinada gira em torno
do sol e de si mesma.

Transformações:



Registros: Colocamos a vela no
meio representando o sol, e
de um lado o mundo e de ou-
tro a lua. Movimentamos o mun-
do em torno do sol, para vermos
de perto o que acontece quando
ele gira em torno do sol e tam-
bém de si mesmo.

Eventos:

Usamos uma bola de isopor do tamanho de um limão
representando o mundo. Utilizaremos uma bola de isopor
tamanho de uma cereja, que será a lua. Precisaremos de
uma vela que será o sol. Será necessário dois palitos
de churrasco para espetar o mundo e a lua, representando
seu eixo. Utilizaremos também fósforo

Anexo B 4

PENSAR

- O sol é uma estrela e a Terra é um planeta.
- As estações do ano se formam pelo movimento que a Terra faz ao redor do sol.
- Quando a Terra está longe do sol faz frio (inverno)
- Quando a Terra está perto do sol faz calor (verão)
- A Terra não gira em volta do sol em círculo e sim de maneira oval.

QUESTÃO FOCO

É possível ter verão e inverno na Terra ao mesmo tempo?

FAZER

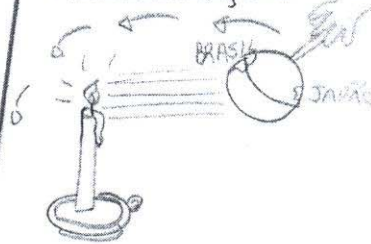
ASSERTÃO DE VALOR:

- No verão faz-se necessário o uso de protetor solar.
- E no inverno roupas quentes e cremes hidratantes.

ASSERTÃO DE CONHECIMENTO:

- * a Terra não se distancia do sol.
- * As estações se formam devido à inclinação da Terra de 23° .
- * O movimento da Terra ao redor do sol demora 365 dias
- * a Terra gira em círculo.

TRANSFORMAÇÕES:




REGISTROS: Observações através do movimento da bola (Terra) ao redor da vela (sol), inclinadamente.

EVENTOS:

será usada 1 bola de isopor para representar a Terra e 1 vela para representar o sol. Em seguida, será realizado o movimento do planeta ao redor do sol.

Anexo B 6

Pensar	Questões Foco:	Fazer
<p>Terra: As estações do ano formam-se a partir da aproximação ou afastamento da Terra em relação ao sol.</p> <p>Princípios: Terra mais próxima do sol mais quente, portanto, é verão. Terra mais longe do sol mais fria, portanto, inverno.</p> <p>Conceitos relevantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • São 4 as estações do ano: primavera, verão, outono, inverno. • Verão os dias são mais longos. • Inverno escurece mais cedo. 	<p>Como se formam as estações do ano?</p>	<p>Afirmação de conhecimentos: Afirmação de valores:</p> <p>Compreende-se que a divisão climática do ano é causada pelo movimento da Terra, ou seja, por sua rotação e pela inclinação do seu eixo. Também foi possível perceber que os raios do sol (no verão principalmente) vem diretamente à Terra tornando indispensável o uso do filtro solar.</p> <p>Transformação</p>  <p>Registros</p> <p>Observação feita pela movimentação da Terra em relação ao sol.</p>
	<p>Eventos</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 bola de isopor (Terra) 1 vela (Sol) Observar a rotação e inclinação de seu eixo. 	

Anexo C 2 – Texto usado na aula

UNIFIL – CENTRO UNIVERSITÁRIO FILADÉLFIA

Curso : Pedagogia

Disciplina : Conteúdo e Metodologia do Ensino de Ciências

Professor(a) : Eliana Guidetti do Nascimento

TEXTO : A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E SEUS USOS EM SALA DE AULA

Na maioria dos livros didáticos, encontramos uma visão a respeito da ciência e do próprio conhecimento científico, que não colabora para o processo de alfabetização científica que desejamos e necessitamos desenvolver com nossos alunos. Os livros científicos em geral enfatizam os resultados aos quais os cientistas chegaram, mas não apresentam o processo pelo qual esse conhecimento foi construído e que relações existem entre esse conhecimento e o contexto sócio-econômico e cultural da época em que ele foi formalizado. Para superar essa visão de ciência pronta e acabada e desenvolver nos alunos uma visão mais real da ciência e dos conhecimentos científicos, é que propomos o uso da História da Ciência na sala de aula.

Nessa forma de trabalhar ciência, passamos a demonstrar que esta não brota pronta na cabeça de grandes gênios. As teorias que aceitamos hoje, foram muitas vezes propostas de forma inicialmente confusa, foram gradativamente sendo aperfeiçoadas por meio de debates, críticas, até se tornarem o que temos em nossos dias.

O que essa forma de trabalhar ciências pretende detectar (e, na medida do possível, alterar) é a visão falsa de ciências que muitos apresentam, de uma ciência imutável, eterna, descoberta por gênios que não erram.

Nesse sentido, o uso de episódios históricos permite a visão de uma ciência que muda ao longo do tempo, às vezes, de um modo radical, sendo, portanto, um conhecimento provisório, construído por seres humanos falíveis, que, por seu esforço coletivo tende a aperfeiçoar esses conhecimentos, sem a garantia de poderem chegar a algo definitivo.

Outro ponto fundamental a ressaltar é que acreditamos que, além de transmitir uma visão mais adequada sobre a natureza da ciência, a história da ciência pode auxiliar no próprio aprendizado dos conteúdos científicos. As concepções prévias que os alunos trazem sobre a ciência e os conhecimentos científicos são, em grande parte, bastante semelhantes aos conceitos que os cientistas, em outras ocasiões, apresentaram. Parece existir um paralelo, embora não completo, entre as concepções científicas antigas e os conceitos prévios dos alunos. Conhecendo como a história resolveu alguns impasses para a construção de um conhecimento, podemos nos utilizar dos mesmos passos para levar os nossos alunos a uma aproximação entre seus conhecimentos prévios e os cientificamente aceitos.

Existem, é claro, alguns problemas para uma adoção mais completa da História da Ciência nas aulas de ciência, dentre eles, podemos citar, a falta de material didático adequado; a falta de preparo dos professores. Assim, muitas vezes, o uso da História da Ciência, em sala de aula dá-se de forma equivocada, chegando mesmo a prestar um desserviço ao ensino de ciências. Isso acontece quando resume-se a história a nomes, datas e anedotas, e continuamos a não discutir a natureza da ciência, ou o fazemos e modo equivocado : Pasteur *provou*, por meio de um experimento, que a geração

espontânea não existe; todas as características dos seres vivos vão se alterando com o tempo, de acordo com a teoria da evolução de *Darwin*. No primeiro caso, fica evidente a visão positivista de professor em relação à ciência e, no segundo exemplo, podemos observar que o professor usa o discurso da autoridade em relação a *Darwin*.

Acreditamos que o uso adequado de episódios históricos em sala de aula, não substituirá o trabalho com os conteúdos de ciências. Apenas permitirá ao aluno perceber o processo social, coletivo e gradativo da construção do conhecimento, fazendo com que ele forme uma visão mais concreta da real natureza da ciência.

Mas, é possível trabalhar desta forma, mesmo com crianças que ainda não adquiriram o domínio do código escrito? Acreditamos que sim. Existem várias formas de se trabalhar a disciplina de ciências desde a mais tenra idade, portanto não acreditamos que a idade ou mesmo o fato das crianças não se encontrarem alfabetizadas pode justificar um trabalho, em sala, que leve o aluno a uma visão distorcida, irreal, mítica, a-histórica.

ANEXO D – Impressão dos alunos sobre o uso da História de Ciência

Relatório – Aula introdutória sobre o uso da História da Ciência na Sala de aula

Hoje vimos que é possível modificar as aulas de Ciências nas séries iniciais usando um pouco da História da Ciência. Gostaria que você relatasse qual sua impressão sobre essa forma de trabalho (méritos e/ou deméritos). Faça também outros comentários que julgar pertinente sobre o que discutimos hoje.

Diante das propostas apresentadas hoje em sala, sendo que uma utilizava-se de metodologias tradicionais, e outra que ressalta a história da ciência, penso concluir a partir de minhas observações voltadas ao olhar pedagógico que: independente do método utilizado pelo professor se o mesmo o fizer com segurança algum aprendizado surgirá. Porém ressalto que a 2ª forma de apresentação do conteúdo de Ciências, provavelmente a aquisição de conhecimento do aluno e professor, são maiores e ainda que contribui para uma reflexão crítica do conteúdo, fazendo acontecer o pensamento reflexivo no aluno.

Além dessas considerações ao analisar também o texto lido em sala e os comentários realizados penso afirmar que nessa visão de um processo de aprendizagem científica que deixamos e necessitamos desenvolver com nossos alunos, pode ser remetida tanto as afirmações de Piaget quanto de Vygotsky, sendo que o primeiro afirma que o ensino levar em conta os conhecimentos prévios da criança para que com a instrução de mesma possa comparar suas aprendizagens e perceber o quanto aprendeu.

E, no caso de Vygotsky que também vê a importância do conhecimento prévio, porém o conhecimento que a criança tem em suas relações ao ambiente em que vive, para que na e durante a instrução de aquisição de conhecimentos ela relacione com suas experiências e assim consegue assimilar algo. Portanto, como pedagogo defendo uma aula em que sempre sejam considerados os conhecimentos prévios, porque a partir deles serão construídos, comparados e aprendidos novos conhecimentos. Assim prefiro a 2ª proposta de aula, porém não condeno a aula que também utiliza os métodos tradicionais. →

Anexo D 2

Relatório - Aula introdutória sobre o uso da História da Ciência na Sala de aula

Hoje vimos que é possível modificar as aulas de Ciências nas séries iniciais usando um pouco da História da Ciência. Gostaria que você relatasse qual sua impressão sobre essa forma de trabalho (méritos e/ou deméritos). Faça também outros comentários que julgar pertinente sobre o que discutimos hoje.

Professora Eliana, estava tão acostumada em ~~dar~~^{ter} aula tradicional, que a primeiro momento as dúvidas que vieram em minha mente eram tão naturais que já pensava que após a aula teria que ler alguma coisa para aumentar meus conhecimentos e sucessivamente tirar dúvidas.

No segundo momento, na aula baseada na hist. da ^{ciência} a forma como foram apresentados o conteúdo, deu mais facilidade em assimilar o conteúdo.

É claro que a forma menos tradicional chama mais atenção do aluno e é mais fácil de despertar o interesse de ~~mesmo~~ :

Anexo D 3

Relatório – Aula introdutória sobre o uso da História da Ciência na Sala de aula

Hoje vimos que é possível modificar as aulas de Ciências nas séries iniciais usando um pouco da História da Ciência. Gostaria que você relatasse qual sua impressão sobre essa forma de trabalho (méritos e/ou deméritos). Faça também outros comentários que julgar pertinente sobre o que discutimos hoje.

Os dois modelos de aulas foram
 interessantes, mas o segundo modelo foi melhor.
 O primeiro baseado no tradicional, com
 textos, exercícios.
 O segundo baseou-se na história da ciência, e
 qual tema mais não sobre assunto que
 foi o sistema circulatório. Trata-se da
 comparação de idios (tempo antigo com o tempo
 atual), e que a escavação antes, e que de
 descobertas e as novas descobertas.
 Sem dúvidas houve mais a participação
 do tema quanto o segundo modelo.
 Houve mais a relação professor - aluno,
 e professor questionar mais os alunos.
 Resultando em uma aula mais produtiva.

Anexo D 4

Relatório – Aula introdutória sobre o uso da História da Ciência na Sala de aula

Hoje vimos que é possível modificar as aulas de Ciências nas séries iniciais usando um pouco da História da Ciência. Gostaria que você relatasse qual sua impressão sobre essa forma de trabalho (méritos e/ou deméritos). Faça também outros comentários que julgar pertinente sobre o que discutimos hoje.

COM AS AULAS APRESENTADAS PUDE OBSERVAR QUE, COM A PRIMEIRA FOI TRADICIONAL ONDE DAVA O CONTEÚDO PRONTO E ACABADO SEM MUITAS EXPLICAÇÕES (DE ONDE VEM, COMO VEM, ETC.).

JÁ NA SEGUNDA A AULA FOI BASEADA NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA, ONDE FOI ABORDADO QUANDO OS CIENTISTAS DESCOBRIRAM, COMO FOI DESCOBERTO, TAMBÉM MOSTROU OS CONCEITOS COMO NA PRIMEIRAS MAS FOI MAIS APROFUNDADO, DANDO UMA MELHOR COMPREENSÃO DO ASSUNTO SISTEMA CIRCULATÓRIO.

ANEXO E – Textos usados na atividade 01

Atividade 1 – A germinação das sementes

TEXTO 1 – A importância histórica das plantas

Falar de plantas é remeter-se há milhares de anos na linha do tempo. As plantas sempre estiveram presentes na vida do homem – como simples remédios a alimentos do dia a dia, como fornecedoras de lenha e mobília e para a confecção de navios e utilitários os mais diversos. A origem do interesse dos homens pelas plantas é tão antiga quanto a própria humanidade: delas o homem retira frutas, legumes, verduras, grãos, sementes e cereais de forma direta, além de alimentar-se de animais que se alimentam de plantas; delas também obtém remédios e medicamentos que tratam de enfermidades variadas; as plantas fornecem matéria prima para confecção de têxteis, além de madeiras para atividades diversas. Embora muitas pessoas nem percebam a sua importância, as plantas têm presença incontestável e marcante na vida do *Homo sapiens*.

Estudar um pouco da história de como o homem aprendeu a conhecer as plantas é uma viagem fascinante, muito diferente daquilo que, geralmente, ensina-se sobre plantas nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. Geralmente, os livros só se preocupam com nomes, datas, partes das plantas. Essa é a parte decorativa da história das plantas, que faz com que, muitas vezes, os alunos se desinteressem por esses assuntos.

Com certeza, o homem começou a descobrir como as plantas cresciam, reproduziam-se e como as sementes germinavam, pela observação. Alguns relatos apontam que, provavelmente quando o homem passou a enterrar seus mortos e homenageá-los com flores é que ele observou as sementes germinando sobre a terra e compreendeu que elas dariam origem a outras plantas. Estava dado o primeiro passo para o homem tornar-se sedentário.

Só mais tarde, o homem passa a observar que existem plantas que não se reproduzem por sementes, ou mesmo, que há aquelas que se reproduzem por semente ou por outra estrutura qualquer.

Se pensarmos bem, o interesse do homem pelas plantas atrela-se à sua própria aparição na Terra; as plantas têm sido um dos grandes focos de atenção do homem há milênios. Na luta para controlar as forças da natureza, os homens invariavelmente buscaram auxílio no Reino Vegetal (curas, armas, vestuários, alimento, abrigo). Assim; não é de se admirar que as plantas tenham sido associadas a diversos mitos que atribuem a elas uma relação íntima com a nossa vida cotidiana e com os nossos destinos (a flor de lótus, as folhas do chá...). A fotossíntese e a produção de oxigênio, só isso já é capaz de nos fazer compreender a importância das plantas.

FONTE : SANTOS, F.S.dos A Botânica no Ensino Médio : Será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas ? In: **Estudos de História e Filosofia das Ciências** : Subsídios para aplicação no Ensino. SILVA,C.C. (org). Física editora: São Paulo, 2006.

Anexo E 2

Atividade 1 – A germinação das sementes

TEXTO 2 – História do estudo das plantas - Egito

O estudo das plantas começou na Grécia Antiga, porém, em algumas regiões da Índia e da China, existem tratados antigos apontando que, nesses países, as plantas já eram classificadas segundo seu uso: medicinal ou alimentício. Vamos discutir um pouco a história do estudo das plantas em três regiões do mundo : Egito, Índia e China.

Entre os egípcios, há relatos, em papiros, de práticas medicinais com plantas e outros elementos naturais, entre os anos 5000 e 2800 a.C. Essas práticas tratavam, basicamente, de remédios fabricados com ingredientes naturais utilizados por sacerdotes. A flor de lótus tinha papel importante nos mitos egípcios.

Faziam relações entre o sol e as colheitas Eram grandes jardineiros, amavam jardins e, muitas vezes, colocavam no centro do mesmo, tanques cheios de peixes com plantas aquáticas. Usavam as plantas como cosméticos, nas pinturas e como corante.

A dificuldade de acesso aos manuscritos, a falta de gravuras representativas e a interpretação de certos hieróglifos em manuscritos antigos, entretanto, não permitem muitas inferências sobre os sistemas de classificação ou sobre as práticas de estudos das plantas, utilizadas no Egito Antigo.

FONTES : SANTOS, F.S.dos A Botânica no Ensino Médio : Será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas ? In: **Estudos de História e Filosofia das Ciências** : Subsídios para aplicação no Ensino. SILVA,C.C. (org). Física editora: São Paulo, 2006.

RONAN,C.A. **História Ilustrada da Ciência** : das origens à Grécia. Círculo do Livro, 1987.

Anexo E 3

Atividade 1 – A germinação das sementes

TEXTO 3 – História do estudo das plantas - China

O estudo das plantas começou na Grécia Antiga, porém em algumas regiões da Índia e da China, existem tratados antigos apontando que, nesses países, as plantas já eram classificadas segundo seu uso: medicinal ou alimentício. Vamos discutir um pouco a história do estudo das plantas em três regiões do mundo: Egito, Índia e China.

Na China antiga, havia tabelas de plantas nativas arranjadas em sistemas classificatórios desconhecidos dos ocidentais, até cerca de 1880, e para os quais pareciam não apresentar correlações aparentes. As plantas eram dispostas em gravuras, com seus nomes populares, em chinês, com indicação de usos na medicina chinesa. Os chineses dispunham de uma variedade muito grande de espécies. O primeiro livro (tratado) sobre as plantas na China surgiu por volta de 300 d.C., e descreve uma variedade de pinheiros que têm sido usados na China há mais de 4000 anos, em atividades ornamentais, religiosas e cerimoniais, porém, trabalhos escritos sobre o estudo das plantas e da horticultura são bem mais recentes.

É na China que aparecem os primeiros relatos que apontam para uma relação entre o solo e o desenvolvimento das plantas, por volta do século IV a.C., existem indicações que esse estudo teria começado cerca de 300 anos antes.

Os chineses cultivavam grandes jardins e muitas das plantas que enfeitam nossos jardins hoje, como a rosa e o crisântemo, tiveram sua origem na China.

Outro ponto importante é que, graças à necessidade de produzir grandes quantidades de alimentos, em função de uma grande população, a China apresenta uma produtividade muito superior a qualquer outra região, em épocas equivalentes. Conheciam a função das sementeiras, da irrigação, fazendo rotação de culturas, importando plantas de outras regiões e construindo máquinas para contribuir para a agricultura.

FONTES : SANTOS, F.S.dos A Botânica no Ensino Médio : Será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas ? In: **Estudos de História e Filosofia das Ciências** : Subsídios para aplicação no Ensino. SILVA,C.C. (org). Física editora: São Paulo, 2006.

RONAN,C.A. **História Ilustrada da Ciência** : das origens à Grécia. Círculo do Livro, 1987.

Anexo E 4

Atividade 1 – A germinação das sementes
TEXTO 4 – História do estudo das plantas - Índia

O estudo das plantas começou na Grécia Antiga, porém em algumas regiões da Índia e da China, existem tratados antigos apontando que, nesses países as plantas já eram classificadas segundo seu uso: medicinal ou alimentício. Vamos discutir um pouco a história do estudo das plantas em três regiões do mundo: Egito, Índia e China.

Na Índia, alguns pesquisadores têm descoberto coisas fascinantes sobre como as plantas eram estudadas. Observações minuciosas de plantas, na Índia, datam de alguns milhares de anos, e esses trabalhos descreviam as plantas regionais baseados nas suas características, nas suas propriedades terapêuticas e medicinais. Um dos tratados mais antigos sobre as plantas da Índia foi escrito entre os meados do primeiro século a.C. e o final do primeiro século d.C.. Muitas plantas têm simbolismos religiosos, por exemplo, a flor de lótus.

Há provas de que eles reuniram considerável coleção de fatos sobre a forma, a estrutura e a disposição interna das plantas. Tinham nomes para a raiz, os brotos, o caule, as folhas, as flores, os frutos e os ramos, e dividiam as plantas em três grandes grupos : árvores, ervas e plantas rasteiras. Estudaram a germinação das sementes e indicavam que as plantas apresentavam reprodução sexuada e assexuada.

Acredita-se que, por conta do forte tom religioso da cultura Indiana, eles tenham dado menos contribuições científicas em seus trabalhos do que poderiam.

FONTES : SANTOS, F.S.dos A Botânica no Ensino Médio : Será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas ? In: **Estudos de História e Filosofia das Ciências** : Subsídios para aplicação no Ensino. SILVA,C.C. (org). Física editora: São Paulo, 2006.

RONAN,C.A. **História Ilustrada da Ciência** : das origens à Grécia. Círculo do Livro, 1987.

ANEXO F – Diagramas Vê construídos pelos alunos durante a atividade 01

Anexo F – Diagramas Vê construídos pelos alunos durante a atividade 01.

Teoria: Semente é como um embrião que vai ficando dependendo do local e como a planta.


Como saber que estamos diante de uma semente?

Princípios: Toda semente tem um embrião.

Conceitos relevantes: Para sabermos se é semente ou não, devemos plantar, se crescer é semente.

Resultados: Para uma semente crescer, ela deve estar em boas condições, terra deve ser boa, deve ficar em lugar arejado. A água plantada bruta e as plantas não crescem nada, mas não podemos afirmar que as plantas não são sementes, pois podem ser em estado de latência dormidas.

Resultados transformados:



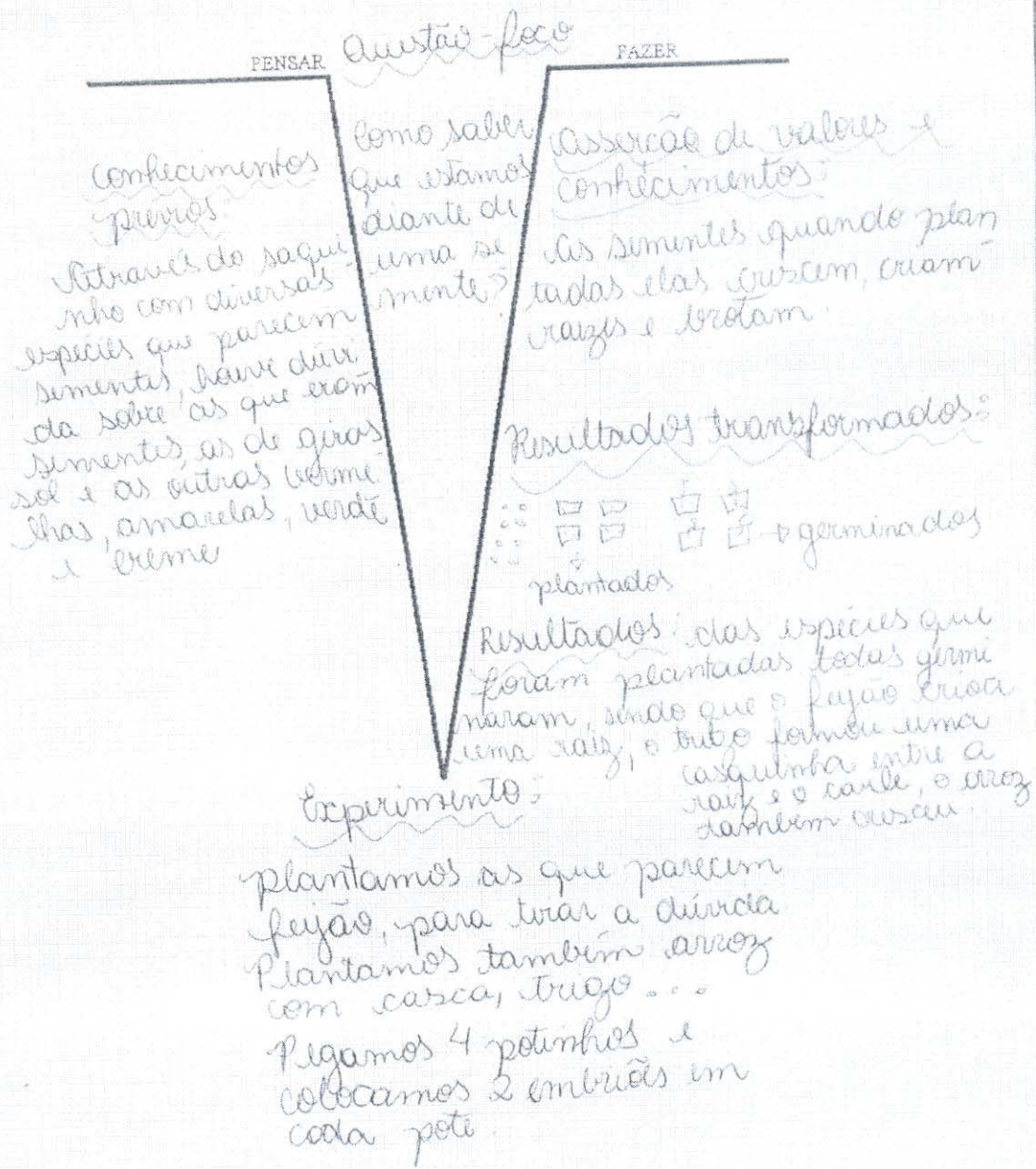
Associação de Ambientes: Não tudo que se planta e não podemos afirmar que é semente. Pode se ficar como exemplo a batata, se plantamos raiz e não é uma semente.

Registro: Plantamos as feijões coloadas e a areia, e após 7 dias a areia bruta e as feijões não.

Experimento:

Se registar vários elementos para tentarmos identificar o que são semente e o que não são. Separamos a maioria acreditando serem sementes, e plantamos umas feijões coloadas das quais sabemos que pode ser semente devido ao fato de serem coloadas deste material, e plantamos também areia para descrevermos se são ou não sementes.

Anexo F 2



Anexo F 3

Questão - fio

Como saber que estamos diante de uma SEMENTE?

Conhecimento prévio

- * tudo que brota (germina);
- * da onde nasce até que os alimentos


Resultados

Com esse experimento a criança vê a olho nu todas as partes da planta, reconhecer as como um todo.

Experimento

- Germinação do feijão;
- Coloca-se o feijão no algodão sempre molhado;
- Após alguns dias ele se partiu ao meio e germinará.

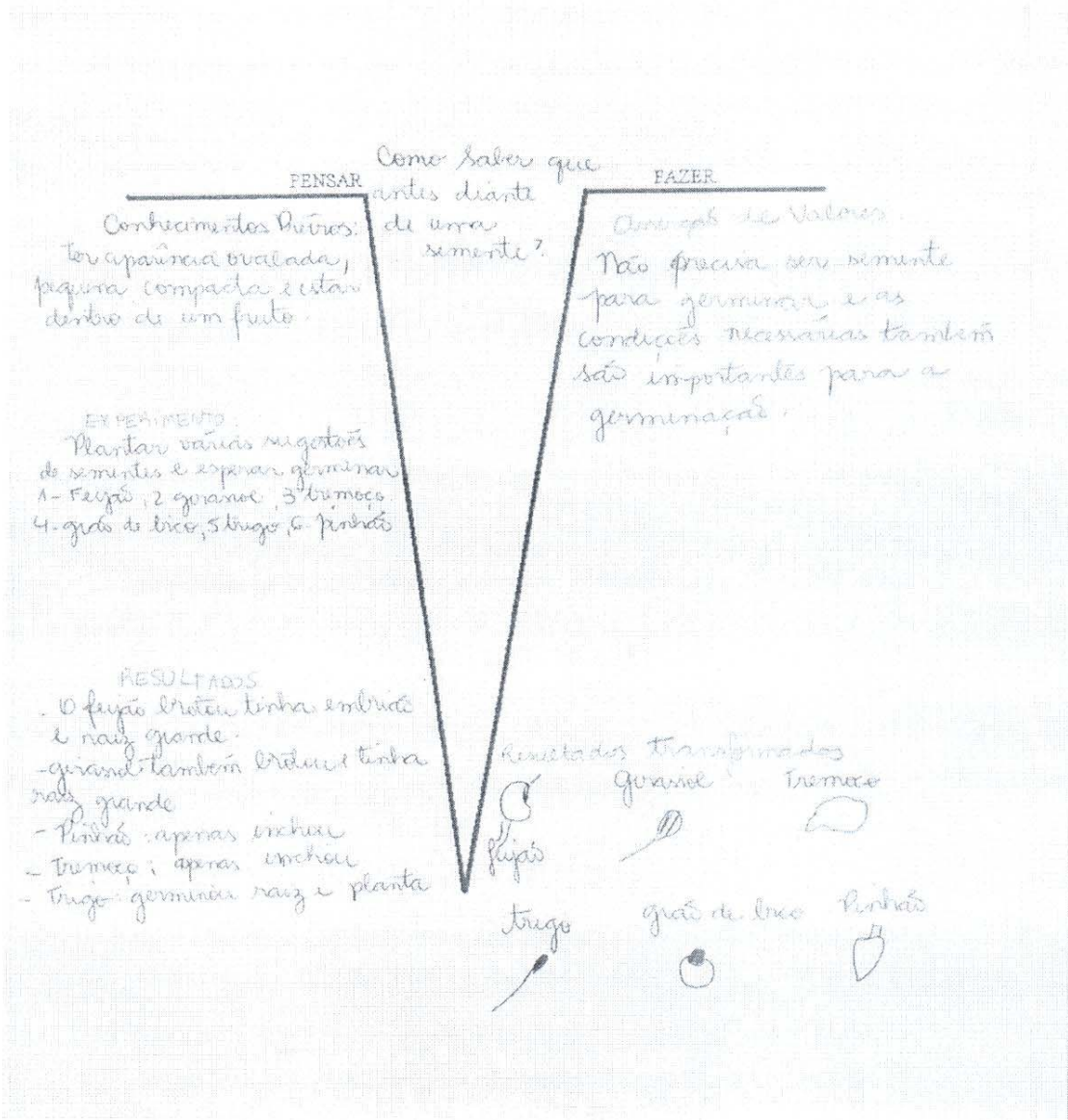
Resultados transformados



Registro

Com o experimento, poderemos perceber que o feijão, em condições próprias (ar, sol, água) irá brotar, podemos observar o seu desenvolvimento e observar suas partes.

Anexo F 4



ANEXO G – Relatório dos alunos baseado na leitura dos textos da atividade 01

1

A- Os pontos históricos que mais chamaram sua atenção, compare-os com seus conhecimentos.

- Aristóteles teria sido um dos primeiros a dividir os seres vivos em animais e plantas, baseado em suas características.
- Teófrastos teria classificado as plantas; descoberto a seiva que circula pelas plantas; classificados as ervas medicinais; demonstrado os diferentes tipos de madeira que as plantas fornecem; diferenciado as plantas monocotiledôneas e as dicotiledôneas; diferenciar as plantas em angiospermas e gimnospermas.
- As partes principais permanentes e maiores são a raiz, o caule, o galho e o ramo, que se diferenciam das partes anuais ou efêmeras, folha, flor, fruto, pedúnculo (da folha ou fruto). O fruto consiste de semente(s), do pericarpo (as partes polpudas ou que se encontram ao redor de semente (s), e a casca da frutas.
- A fertilização das tamareiras
- O figo cultivado.
- Os pepinos e outras plantas que tinham flores estéreis (isto é, masculinas) e férteis na mesma planta.
- A relação entre plantas silvestres e cultivadas.

Alguns assuntos que foram discutidos, lembro de ter estudado, mas não me recordo do que se trata, como por exemplo: monocotiledôneas, dicotiledôneas, angiospermas e gimnospermas.

Sei que a Botânica abrange várias disciplinas científicas, que estudam o crescimento, reprodução, metabolismo, desenvolvimento, doenças e evolução da vida das plantas.

Podem ser divididas em 02 grupos: algas e embriófitas.

As plantas com sementes, podem ainda formar ou não flores.

Anexo G 2

PROFESSORA: ELIANA GUIDETTI

O HOMEM E AS PLANTAS

O estudo da planta começou no antigo Egito, iniciando na Grécia; as informações registradas nos hierógrafos da época há milhões de anos informam o uso como fonte de alimento ou tratamento medicinal. Tinham adoração por jardins e gosto por plantas aquáticas, com cultivo de diferentes tipos e utilizavam as plantas na fabricação de pintura e cosméticos. Neste período a flor de lótus era considerada um mito.

Na china o conhecimento da planta destacou com a escrita de um livro. Sempre se preocuparam com as plantas devidas usá-la periodicamente. E era comum a exposição de plantas em diferentes locais, como forma de decoração. O crisântemo e a rosa surgiu na China, que é considerada, local de descoberta, já que sempre se preocuparam com as plantas, devido usá-las periodicamente, e hoje é potencia em plantações.

Na Índia a mais de quatro mil anos já se sabia da reprodução sexuada e assexuada, e a milhares de anos os trabalhos descreviam as plantas como medicinal, alimento e símbolo religioso.

As plantas sempre foram vistas com importância para a vida do homem desde muito tempo atrás. Delas o homem retira seu alimento; utiliza-a para medicamentos, confecções de roupas e móveis. Servem também para alimentar outros seres vivos.

Pela realização da fotossíntese e a produção de oxigênio podemos perceber sua real importância, embora o ensino sobre as plantas nas escolas se preocupavam somente em decorar nomes, datas ou partes delas, desestimulando o interesse do aluno.

Anexo G 3

CURSO: PEDAGOGIA 3ª
DOCENTE: ELIANA G.

PLANTAS.

Produzir um texto que comente o conteúdo dos 4 textos lidos.

As plantas são usadas para fabricação de remédios, artefatos, corantes, fabricação de papel, medicinal ou alimentícia. Antigamente os livros não se preocupavam a se aprofundar no assunto das plantas.

Na China, faziam tabelas de classificação das plantas. As plantas produziam muitos alimentos, pois tinha um desenvolvimento de solo muito bom.

Na Índia as plantas eram conhecidas como coisas mais fascinantes, simbolismos religiosos, com características terapêuticas e medicinais.

Na Grécia Antiga, as plantas eram usadas como medicinais ou alimentícias. Os egípcios usavam práticas medicinais com plantas e elementos naturais. Os remédios eram fabricados pelos sacerdotes usando ingredientes naturais. Faziam relação entre o sol e a colheita e amavam o jardim. Usavam as plantas também como cosméticas, pinturas e corante. Por causa da dificuldade de acesso aos manuscritos, não é permitido saber a prática de estudos das plantas utilizadas no Egito Antigo.

Anexo G 4

O homem sempre teve a planta como sua aliada. Ela faz parte da vida do ser humano como: fornecedora de lenha, na confecção de mobília, navios e utilitários. Desde sua existência o homem retira das plantas o remédio, legumes, frutas, grãos, sementes e cereais. Não são todos que percebem a importância das plantas. O estudo da mesma começou na Grécia Antiga, mas na Índia e na China já era costume usar as plantas como medicamentos. É na China que aparece os primeiros relatos sobre o solo e o desenvolvimento das plantas, aproximadamente nos anos 300. Já na Índia alguns pesquisadores têm descoberto coisas fascinantes sobre como as plantas eram estudadas. O homem fez atrás do auxílio das plantas ou seja da natureza para garantir sua alimentação, cura, vestuário e abrigo, na planta ele descobriu sua própria existência.

ANEXO H – Texto usado na atividade 02

Atividade 2 – A germinação das sementes

TEOFRASTOS: PAI DA BOTÂNICA

Platão (427 a.C.) foi professor de Aristóteles, que admitia vários valores práticos para as plantas. Aristóteles teria sido um dos primeiros a dividir os seres vivos conhecidos, até então, em animais e plantas, baseado em suas características. Divisão essa que foi aceita por muitos anos.

Para ele, um fato que era importante para essa diferenciação é que as plantas, embora cresçam e se reproduzam, não são capazes de movimento nem de ter sensações, ao contrário dos animais. Aristóteles teve um discípulo, Teofrastos (371 a.C), que, por seus conhecimentos, é considerado o Pai da Botânica.

Teofrastos teria classificado as plantas de acordo com o número de partes da sementes (monocotiledôneas e dicotiledôneas) ; descoberto a seiva que circula pelas plantas; classificado as ervas medicinais; indicando os diferentes tipos de madeira que as plantas fornecem; diferenciado as plantas em angiospermas (o fruto protege a semente) e gimnospermas (a semente é nua, sem a proteção do fruto) .

Porém, a maior parte dos seus estudos são descritivos, não tendo portanto, usado a experimentação Somente dois tratados dos muitos que ele parecesse ter escrito sobre as plantas, *Investigações sobre as Plantas* (em nove livros, datado de -314) e *Causas do Crescimento das Plantas* (em seis livros), chegaram completos até nós (MARTINS, 1990).

Diversas outras questões fundamentais foram levantadas, direta ou indiretamente, por Teofrastos. Com relação à flor, ele fez observações morfológicas sagazes que não foram aceitas durante séculos.

Ele reconheceu que as estruturas imperceptíveis de gramíneas e juncos e as de algumas árvores não são menos flores do que as flores lustrosamente petaladas da romã ou a rosa, e que a formação de sementes ocorria depois e

dentro da flor; mas a verdadeira natureza da flor, como a resposta ao problema do sexo nas plantas, fugiu à sua atenção.

O fracasso em entender a reprodução sexual em plantas não é surpreendente: o que é tão óbvio e facilmente visto na maioria dos animais e no homem é muito mais difícil de se observar e interpretar nas plantas.

Ele soube e descreveu a antiga prática de fertilização das tamareiras por meio de se levar flores masculinas para a árvore feminina e agitar o pólen masculino sobre elas: a analogia com a união de dois sexos em animais não passou despercebida.

Porém, igualmente conhecido, foi o figo cultivado, o qual, segundo as aparências, produzia frutos sem flores antecedentes (as imperceptíveis flores masculinas e femininas estão, na verdade, completamente inclusas no receptáculo oco da inflorescência), e, no qual o aumento dos frutos era “ajudado” pendurando-se perto deles os frutos em desenvolvimento de figos silvestres, daí insetos surgiam e causavam o aumento dos figos e estes tornavam-se roxos, pois, caso contrário, continuavam pálidos e fracos.

Em seguida, havia pepinos e outras plantas que tinham flores estéreis (isto é, masculinas) e férteis na mesma planta, e finalmente, havia a classe mais numerosa de plantas em que o fruto e semente acompanhavam a flor. Teofrastos deixou perfeitamente claro que ele não podia encaixar tais observações em uma teoria coerente; ele declara os fatos conhecidos para ele e sugere que investigações futuras deveriam ser feitas.

No seu relato sobre métodos de reprodução das plantas, Teofrastos menciona sementes como sendo a forma primária e mais típica, e depois descreve, com precisão, os principais tipos de reprodução vegetal já observados, comparando as vantagens adaptativas da semente e a reprodução vegetal na vida da planta.

Ele também inclui a reprodução espontânea como uma possibilidade nas plantas – isso foi aceito por Aristóteles como um acontecimento em animais – mas é extremamente cuidadoso e enfatiza a necessidade de um questionamento mais preciso.

Entretanto, ele é claramente contra essa teoria, pois acredita que a chegada das sementes trazidas pelo vento ou rios é a causa mais provável do

crescimento aparentemente espontâneo de plantas e árvores nas margens lamacentas, e cita Anaxágoras para dar sustentação à sua opinião.

A relação entre plantas silvestres e cultivadas, as quais eram de interesse para os antigos botânicos (em parte por questões religiosas como as citadas acima) é discutida com certa minúcia por Teofrastos.

Ele aceita a visão de Hipão de que o cuidado especial do homem, e não a intervenção divina, produziu plantas cultivadas a partir das silvestres, e definiu “cuidado”, objetivamente, em termos de solo, clima, alimento e técnicas de cultivo (poda, capina, adubagem com esterco, irrigação, drenagem do campo), isto é, como fatores que a agricultura engloba.

Ele tinha uma idéia sobre os limites das mudanças induzidas culturalmente e sobre a importância da constituição da própria planta. Uma atenção considerável é dada ao fato de que variedades cultivadas de árvores frutíferas geralmente degeneravam-se caso fossem reproduzidas por meio de sementes, mas naturalmente, Teofrastos não podia nem mesmo adivinhar a causa verdadeira .

Um ponto importante a se considerar é que, pela primeira vez, existem relatos de experimentos realizados deliberadamente para adquirir conhecimentos acerca das plantas, geralmente, com claras associações entre a germinação da semente e o desenvolvimento embrionário dos animais. Existem registros de descrições claras sobre a germinação das sementes e o crescimento de raízes e frutos. O crescimento e a nutrição de plantas foram interpretados em termos dos quatro humores que, acreditava-se, tinham um papel essencial na fisiologia humana e animal.

Embora tal visão fosse baseada em analogias especulativas e superficiais, tinha o mérito de dirigir a atenção para o conceito importante de princípios fisiologicamente comuns em plantas e animais, e para qualidades específicas de plantas como uma classe distinta de organismos vivos.

Teofrastos prossegue com uma análise sistemática da composição, estrutura e partes das plantas, para estabelecer a sua própria terminologia descritiva. Deve-se notar que o esquema morfológico geral, incluindo a distinção de partes uniformes e não uniformes, segue o de Aristóteles, mas é modificado de forma crítica por Teofrastos quando aplicado às plantas.

As partes principais, permanentes e maiores são a raiz, o caule, o galho e o ramo, que se diferenciam das partes anuais ou efêmeras, folha, flor, fruto, pedúnculo (da folha ou fruto). O fruto consiste de semente(s), do pericarpo (as partes polpudas ou que se encontram ao redor de semente(s), e da casca.

Todo o precedente são partes não uniformes segundo a definição de Aristóteles, que são chamadas, por Teofrastos, de partes ou ramificações.

Elas próprias são compostas de partes uniformes, casca (de plantas), madeira e medula (cerne) e estas, por sua vez, consistem das partes iniciais, seiva, veias fibrosas, polpa. Finalmente, essas partes iniciais são compostas pelos quatro elementos fundamentais, dos quais Teofrastos menciona, especificamente, somente a umidade e o calor, mas que incluiria também terra e ar.

Para Aristóteles, porém, um órgão ou parte eram definidos, primariamente, pela sua causa final, pela “finalidade do que estava presente”, ou mais claramente, pela função que estes desempenhava ou acreditava-se desempenharem no ser vivo.

Como seria de se esperar, Teofrastos mostra a influência desse ponto de vista: o caule das plantas é definido pela sua função de conduzir o alimento retirado pela raiz.

Galhos e ramos, entretanto, são definidos por suas relações mútuas com o caule, e em muitas partes ao longo do trabalho, relações morfológicas são expressas com bastante clareza. Quanto à grama, Teofrastos chega muito perto de reconhecer o rizoma como um caule, porque, embora sob a terra e com a aparência de uma raiz, apresenta nódulos e porta raízes adventícias (que surgem em posição anormal).

Ele também questiona, corretamente, se as partes subterrâneas de certas plantas são, de fato, raízes e implica que é uma característica das raízes não dar folhas, sugerindo também que espinhos, em algumas plantas possam ser *homólogas a folhas, e reconhece a folha composta pinulada como sendo equivalente a uma folha simples.*

Muitas outras observações mostram a sua percepção aguda dos fundamentos essenciais de morfologia.

Alguns relatos de Teofrastos mostram que ele nunca fez a separação fundamental entre árvores e ervas, fato que lhe é creditado, cuja idéia, mais

tarde, foi apanhada por botânicos renascentistas e se tornou um obstáculo ao desenvolvimento de um sistema natural de classificação.

Não se pode deixar de se impressionar com o modo científico que ele aplica, repetidamente, conceitos e termos descritivos – ao lidar, por exemplo, com métodos de reprodução, tipos de flores, com o curso da germinação de sementes, com a posição dos frutos – a árvores, arbustos e ervas, de modo igualitário, apontando a ausência de qualquer abismo real entre eles.

É surpreendente como botânicos, posteriormente, foram tão cegos à ponto de não chegar a conclusão inevitável, a partir de seus argumentos, em especial, porque tendo Teofrastos enfatizado alusivamente à falta de separação nítida entre árvores, arbustos e ervas, imediatamente se engaja em uma discussão sobre os modos alternativos de diferenciação de plantas, com o propósito, claramente implícito, de desenvolver uma classificação mais racional.

Foi inevitável que ele não tivesse êxito em chegar a um esquema natural abrangente com o conhecimento existente sobre plantas na época, porém, na sua abordagem a essa questão, ele mostra evidências de um discernimento sistemático bastante extraordinário

As principais limitações foram a ausência de experimentos sistemáticos, e a falta de um método de investigação que se situasse fora do pensamento grego, provavelmente, em parte, como consequência do estigma social que era atribuído ao trabalho manual porque se tratava de uma atividade sórdida, realizada por escravos e pelos mais pobres homens livres.

É um fato significativo Aristóteles considerar os experimentos como sendo, de certa forma, contra a natureza. Possivelmente, Teofrastos aceitava tal pensamento, embora a sua ênfase na investigação e a probabilidade de que, na verdade, ele observava o curso da germinação da semente, sugeririam que ele estava em busca de uma abordagem experimental

Nessas “experimentações”, Teofrastos aponta a necessidade de algumas condições para o bom desenvolvimento das sementes, como água, solo fértil e bem arado.

FONTE : MORTON, A.G. *History of Botanical Science*. Ed. Academic Press Inc. New York, 1981. (tradução Eliana Guidetti do Nascimento)

ANEXO I – Diagramas Vê construídos pelos alunos durante a atividade 02

Plantas Feijão
 Quais as partes de uma
 SEMENTE?

- Características da Semente
- * As sementes podem ter 1 ou 2 partes.
 - * As sementes tem uma casca protetora.
 - * Se desmancha após o plantio.

Características
 A semente tem uma casca protetora, contém proteínas, carboidratos e vitaminas. Ela tem um embrião dentro, que é onde surge a planta.

Resultados do experimento
 Observamos



Teoria

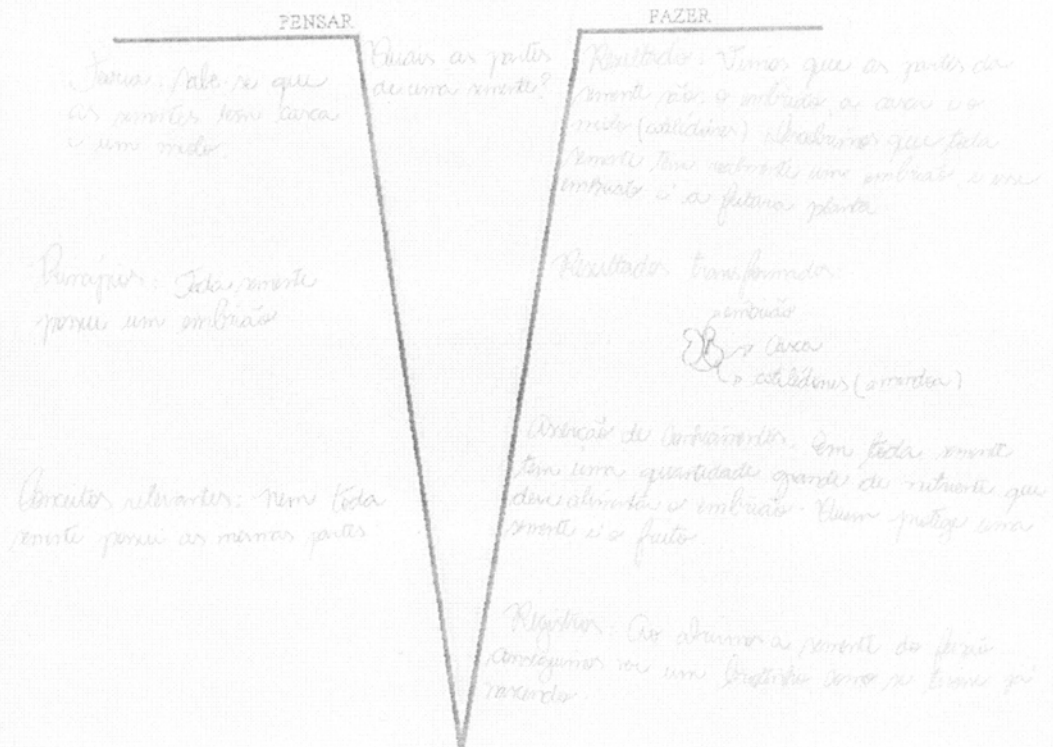
Observação

* No meio do feijão há um líquido branco no meio.

Experimento

- * O feijão em processo de germinação.
- * Após alguns dias podemos separar a semente e reparti-la ao meio para ver suas partes.

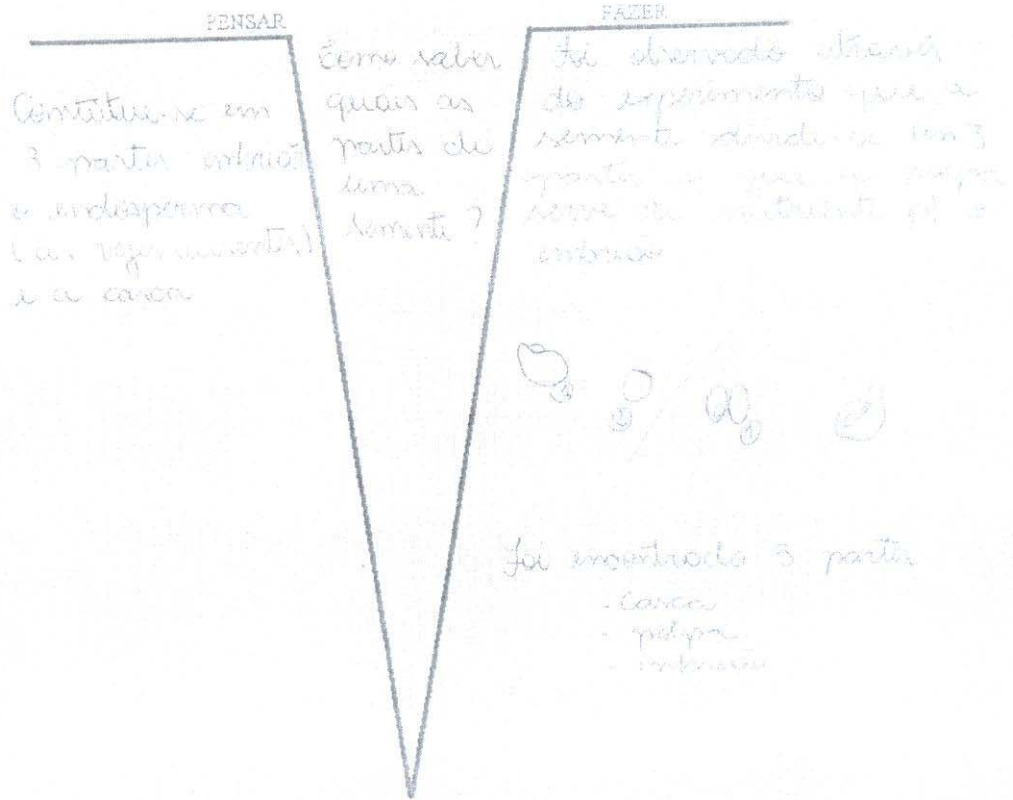
Experimento 2



Experimento:

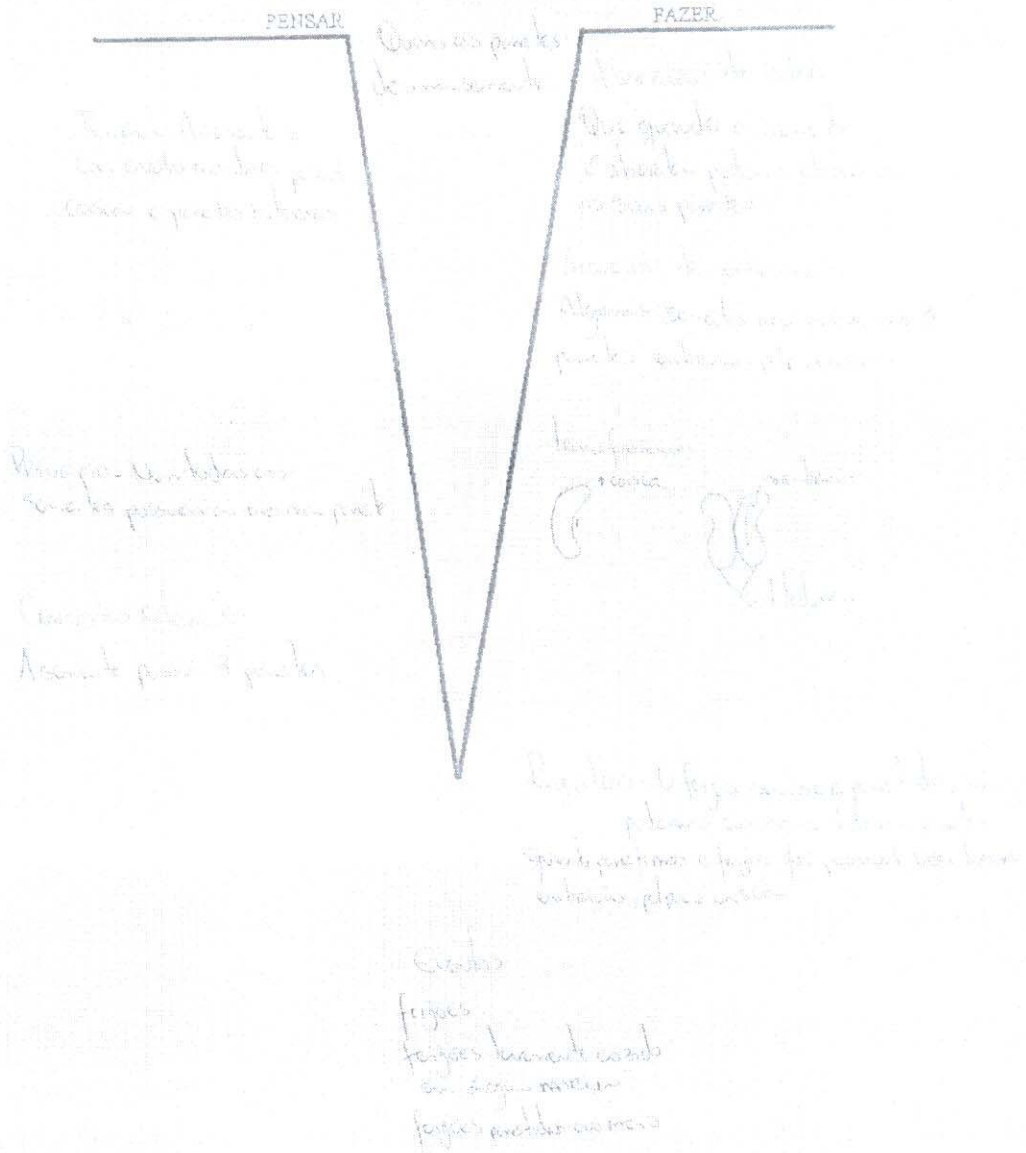
Abra um feijão ao meio e confira se que podemos afirmar como partes de uma semente.

Anexo 12

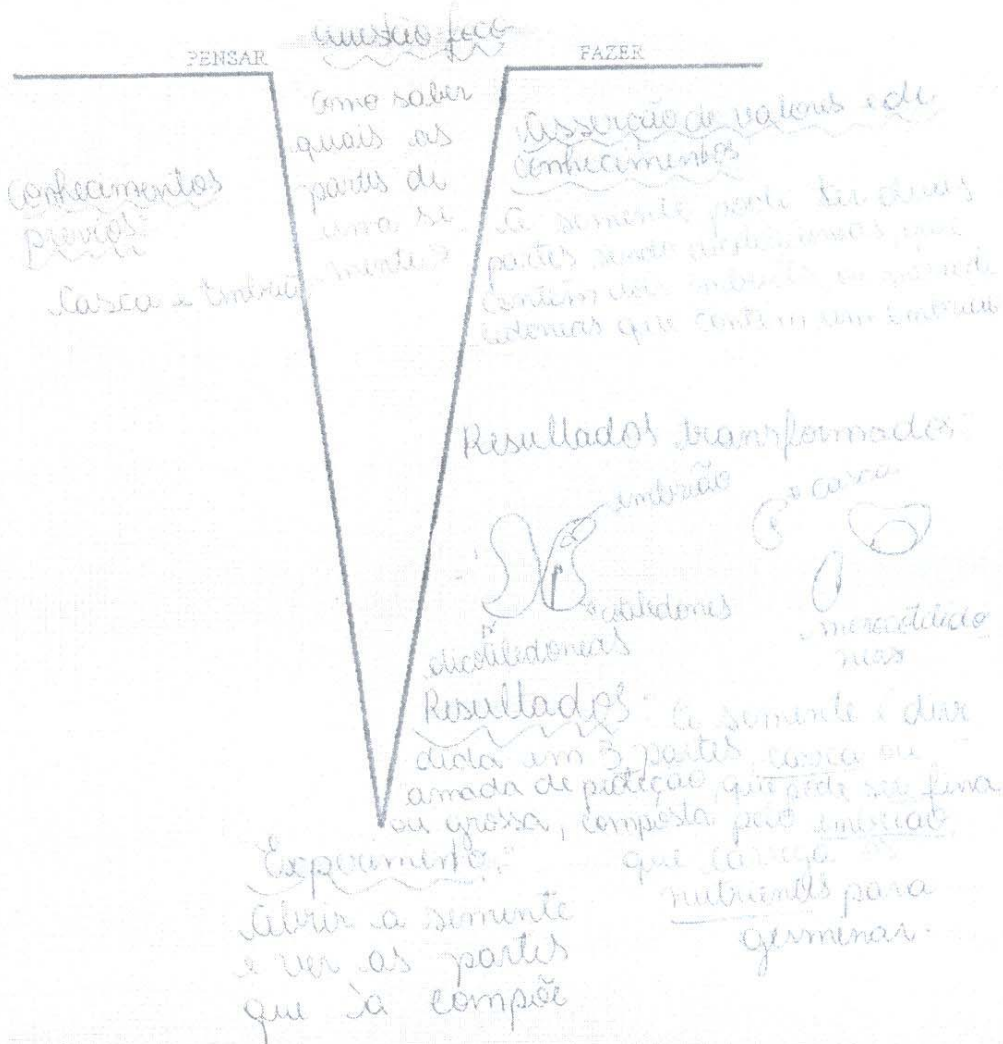


1. 2 sementes (milho e feijão)
2. divisão da semente em 2 partes

Anexo 13



Anexo 14



ANEXO J – Relato dos alunos sobre o texto da atividade 2

TEOFRASTOS: PAI DA BOTÂNICA

Platão (427 a.C.) foi professor de Aristóteles que admitia vários valores práticos para as plantas. Aristóteles teria sido um dos primeiros a dividir os seres vivos em animais e plantas, baseado em suas características. Divisão essa que foi aceita por muitos anos, não que utilizamos até hoje.

Aristóteles teve um discípulo Teofrastos (371 a.C) que, por seus conhecimentos, é considerado o Pai da Botânica.

Teofrastos teria classificado as plantas; descoberto a seiva que circula pelas plantas; classificados as ervas medicinais; demonstrado os diferentes tipos de madeira que as plantas fornecem; diferenciado as plantas monocotiledôneas e as dicotiledôneas; diferenciar as plantas em angiospermas e gimnospermas.

No seu relato de métodos de reprodução das plantas, Teofrastos menciona sementes como sendo a forma primária e mais típica, e depois descreve com sua precisão costumeira os principais tipos de reprodução vegetal já observados, comparando as vantagens adaptativas da semente e a reprodução vegetal na vida da planta.

Ele também dividiu as partes principais permanentes e maiores que são a raiz, o caule, o galho e o ramo, que se diferenciam das partes anuais ou efêmeras, folha, flor, fruto, pedúnculo (da folha ou fruto). O fruto consiste de semente(s), do pericarpo (as partes polpudas ou que se encontram ao redor de semente(s)), e a casca da frutas.

É um fato significativo que Aristóteles considerava experimentos como sendo, de certa forma, contra a natureza. Possivelmente, Teofrastos compartilharia tal abordagem, embora sua ênfase na investigação e a probabilidade de que ele na verdade observava o curso da germinação da semente, sugere que ele estava em busca de uma abordagem experimental (MORTON, 1962 p. 42).

Anexo J 2

A) O que mais me chama atenção em toda a apresentação, foram os estudos da Botânica, não imaginava que estudar as plantas teria começado há tanto tempo atrás. Uma informação curiosa foi saber que Kepler era o Pai da Botânica, pois depois de aula um pouco atrasada em relação ao tempo, eu sempre usava essas informações para explicar alguma coisa, então fiquei feliz em saber que Kepler foi uma de suas inspirações quando fui a acompanhar a aula, por causa do conteúdo que eu estava querendo e posso dizer que fiquei admirada o quanto é preciso em que época começou o estudo das plantas, isto é, antes de Cristo.

É que eu já sabia e que as plantas possuem em sua composição substâncias benéficas e utilizadas na farmacologia. Curioso também era TV os estudos sobre as plantas, mas não sabia que elas já foram feitas antes.

B) O professor das SI devem trabalhar testes feitos e como eles, com linguagem adequada a sua faixa etária.

Os experimentos práticos são riquíssimos, pois a criança aprende e que se aplica nos livros.

C) Ponte Pontive: apesar de trabalhar com uma dinâmica acho interessante apresenta-la pois pode haver alunos que ainda não conhecem. Acho de muito interesse pois depois de uma certa disputa entre os grupos.

Ponte Negativa: mesmo sendo um teste que me trouxe conhecimentos, penso que os testes que são trabalhados nas SI, estarão mais de acordo com a prática como professor. Que tenhamos que trabalhar todos os conteúdos incluindo a situação.

Acho que o trabalho está sendo realizado para a situação proposta.

ANEXO 3.3

Joana Mendes
 Turma de História e Metodologia do Ensino de Línguas

Reconstrução de um texto:

Um texto reconstruído é que chama muita atenção não só devido das digressões, feitas por hipóteses e o fato que se supõe desconhecido para descobrir o texto. Tem muita tensão e ainda assim não se dificulta de que se possa descobrir importantes e que prova que o texto foi um modelo que, entre fatos claros e que alguns outros por parte do texto estão relacionados, a pequenos detalhes, como por exemplo quando se diz que as filhas sempre saem a casa e por que suas irmãs continuam na Europa onde se encontram as filhas com o texto mudou muitos pontos que altera o texto e acrescenta outros.

O texto que para introduzir um novo assunto em Línguas usa a história para assunto e uma forma simples, pois vale como tudo começa e como uma ou outra em que sempre tem particularidades interessantes que motivam os alunos, incentivando-os a buscar mais sobre o assunto e consequentemente aprender mais.

A atividade usada para a apresentação do texto foi bastante interessante e válida com artigos funcionais e com o livro fundamental, pois abre possibilidades de conexão de acordo com a turma em que foi aplicada, exige trabalho planejado. Esta atividade está totalmente de acordo com o assunto em questão.



Anexo J-4

"RECONSTRUÇÃO DE UM TEXTO"

Um dos pontos a serem considerados é que o pai da Botânica Teofrastos teria classificado as plantas demonstrando os diferentes tipos de madeira que as plantas tornam e classificando-as como monocotilédones, dicotiledôneas, angiosperma e gimnosperma. Assim ele também soube descrever a antiga prática de fertilização das tamareiras por meio de se levar flores masculinas para a árvore feminina e agitar o pólen masculino sobre elas; a analogia com a união de dois sexos em animais não passou despercebidas.

Além disso, é importante observar que pela primeira vez existem relatos de experimentos realizados deliberadamente para adquirir conhecimentos a cerca das plantas, geralmente.

Este texto é de grande auxílio ao trabalho realizado com alunos das séries iniciais, pois demonstra de forma clara o assunto, mas, além disso, destaca os estudiosos que estudaram sobre o assunto, ou seja, é demonstrada para o aluno a origem do assunto.

Por meio deste texto ou de outros assuntos dentro da disciplina de ciências pode-se ser desenvolvidos diversos trabalhos englobando, a matemática, história, cidadania, português, basta ter criatividade e vontade do educador de desenvolver uma aula exploratória e não a repassagem de conhecimento.

A proposta da atividade reconstrução de um texto, pode ser usada em qualquer disciplina, mas é preciso estar atento aos pontos fracos que a atividade apresenta para tentar solucioná-lo como no momento da montagem do texto muitos alunos não participando ficando assim a função de uma única pessoa do grupo, no entanto pode-se ser trabalhados com os alunos ordenação, compreensão de texto, a estruturação do texto com começo meio e fim, esta é uma forma descontraída de apresentar uma atividades para os alunos englobando várias habilidades.

ANEXO K – Texto histórico utilizado na Atividade 3

UNIFIL – Centro Universitário Filadélfia

Disciplina : Conteúdo e Metodologia de Ciências

3º. Pedagogia

Docente : Eliana Guidetti do Nascimento

Atividade 3 – Germinação das sementes

Fatores que interferem na germinação das sementes

Dentre os fatores que interferem na germinação da semente, foram citados a água, o calor, o oxigênio (ar), os nutrientes do solo e a luz. Vamos analisar os fatos relatados abaixo e ver o que podemos concluir.

Na civilização Grega, surgem os primeiros filósofos da natureza (a expressão Filosofia da Natureza pode hoje ser equivalente à Ciências da Natureza) e encontram-se os primeiros relatos indicando uma preocupação com a botânica, que não tinha, necessariamente, uma aplicação prática. Há cerca de 1200 a.C., Hesíodo criou um almanaque com as regras da agricultura (almanaque do agricultor), apontando grande conhecimento nesta área. Neste almanaque, existem registros que nos permitem refletir sobre os conhecimentos que dispunham nesta época, como noções de fertilização do solo para o plantio; essa fertilidade seria natural do solo, não sendo possível produzi-la; outro ponto que aparece, com destaque, no almanaque, é a seleção das melhores sementes, indicando o conhecimento, ainda tácito, da relação entre a qualidade da semente e a da planta que ela irá gerar. Aparece, de forma clara o registro da necessidade da água para a germinação da semente.

Teofrastos (370 a.C.) inclui dados sobre a longevidade das sementes, sobre fatores que afetam sua germinação (mencionando o efeito acelerador do nitrato) e sobre a estrutura e o modo de germinação. Ele, até mesmo, cita a mobilização (enzimática) do alimento durante a germinação, e reconhece o fenômeno da dormência das sementes no solo. A quebra da dormência, já se sabia de antemão, é feita pela absorção da água.

Galeno (370 a.C.) em uma observação no campo da botânica, menciona, casualmente, a coleta de água pelas sementes de trigo por meio da absorção, o que parece ser o primeiro registro de tal fenômeno, embora essa

propriedade das sementes fosse bem conhecida dos agricultores que a usavam para trapacear seus fregueses incautos.

Na China, durante a dinastia Ming, criou-se os jardins Botânicos e pesquisou-se o uso de plantas silvestres para a alimentação nos tempos de fome. Muito se pesquisava sobre os poderes místicos das plantas e, entre os anos 700 e 400 a.C., existem registros dos primeiros estudos relacionados à influência do solo na germinação da semente. Esses estudos tentavam relacionar a rapidez da germinação e o crescimento da planta à qualidade do solo.

Por volta do ano de 1200, existem registros que mostram as pesquisas na área da botânica, assumindo um aspecto mais sistematizado e menos voltado para questões essencialmente práticas. Alberto Magno (1226) divulga, seus trabalhos, a influência da temperatura e da luz no desenvolvimento das plantas e na germinação das sementes. É importante salientar que, desde os estudos de Teofrastos já se discutia a possibilidade da interferência da luz na germinação das sementes, tanto que, tendo como base esses, foram criadas formas de armazenamento de sementes que, entre outras coisas, protegessem as sementes da umidade (apontando um conhecimento da necessidade de água para germinação) e da luz.

Até o momento, a visão dos vegetais era ainda a aristotélica, isto é, acreditava que as plantas se comportavam de modo semelhante ao dos animais, mas de cabeça para baixo. Nossa compreensão moderna da fisiologia das plantas, em especial da fotossíntese, começou quando o pesquisador Jan Baptist van Helmont (cerca de 1577-1644) enfrentou o desafio de Nicholas de Cusa (expresso na seção "De Staticis" de seu *Idiota de mente ou O Leigo: sobre a Mente*) para pesar uma planta e seu solo antes e depois do crescimento. Num dos primeiros experimentos biológicos, cuidadosamente planejados, Jan Baptist van Helmont ofereceu a primeira evidência experimental de que o solo não alimentava as plantas. Van Helmont cultivou uma pequena árvore de salgueiro num vaso de cerâmica, no qual adicionava apenas água. Ao final de 5 anos, o salgueiro apresentava um aumento de peso de 74,4 quilogramas, ao passo que o solo havia decrescido apenas 57 gramas. Com base nestes resultados, van Helmont concluiu que todas as substâncias

das plantas eram produzidas a partir da água e nenhuma a partir do solo. Em 1727, o botânico inglês Stephan Hales observou que as plantas usavam, principalmente, o ar como fonte de nutrientes para o seu crescimento

Estudos mais recentes apontam para a influência da intensidade luminosa para a germinação das sementes e para o desenvolvimento das plantas. Em 1920, Garner e Allard desenvolvem um experimento indicando que sementes plantadas em épocas diferentes, porém, na mesma latitude florescem na mesma época, enquanto que sementes plantadas em latitudes diferentes, ainda que na mesma época, florescem em épocas diferentes, sendo que, quanto mais próximas ao equador mais cedo é o florescimento. São os primeiros indicativos da existência de pigmento fitocromo na planta, que hoje sabemos ser o controlador da relação entre a germinação, o florescimento e a luz que a planta recebe. Desde Charles Darwin existem registros apontando para a procura desta relação.

A influência da luz sobre a germinação da semente só é explicada (embora discutida desde antes de Cristo) na década de 60 quando Wereing e seus colaboradores e Addicott e seus colaboradores descobrem uma substância, presente na planta, que inativa suas sementes durante alguns períodos específicos e que para ser “desativada” necessitaria de períodos de claro (grande intensidade luminosa) ou de frio. Essa substância conhecida como ácido abscísico, presente em grande quantidade em sementes, inativa a semente. Para que ocorra a inativação desta substância e a germinação da semente, essa deveria passar um período de 4 a 6 semanas de frio intenso para que, posteriormente, pudesse germinar. Pesquisas desenvolvidas por esses dois grupos de pesquisadores apontam que este mecanismo impediria que as sementes das plantas do hemisfério norte germinassem durante o outono e fossem mortas no inverno. Como elas deveriam passar por semanas de intenso frio para germinar, isso faria com que iniciassem a sua germinação já no final do inverno.

Referências

MORTON, A.G. History of Botanical Science. Ed. Academic Press Inc. New York, 1981. (tradução Eliana Guidetti do Nascimento).

ANEXO L – Diagrama Vê construídos pelos alunos durante a atividade 3

Conhecimentos prévios

- 1 Luz
- 2 Água
- 3 Nutrientes no solo
- 4 ar
- 5 calor

O que as sementes precisam para germinar?

ASSERTÃO DE VALOR:

NEM TODAS AS SEMENTES PODEM GERMINAR PERISA DE LUZ, AR, CALOR, NUTRIENTES DO SOLO.

ASSERTÕES DE CONHECIMENTO

Se eu nem sei se as sementes vão precisar de luz, calor, ar, nutrientes, luz para germinar, com exceção a água. Percebi² através do experimento que a maioria das sementes colocadas em situações diferentes, germinaram.

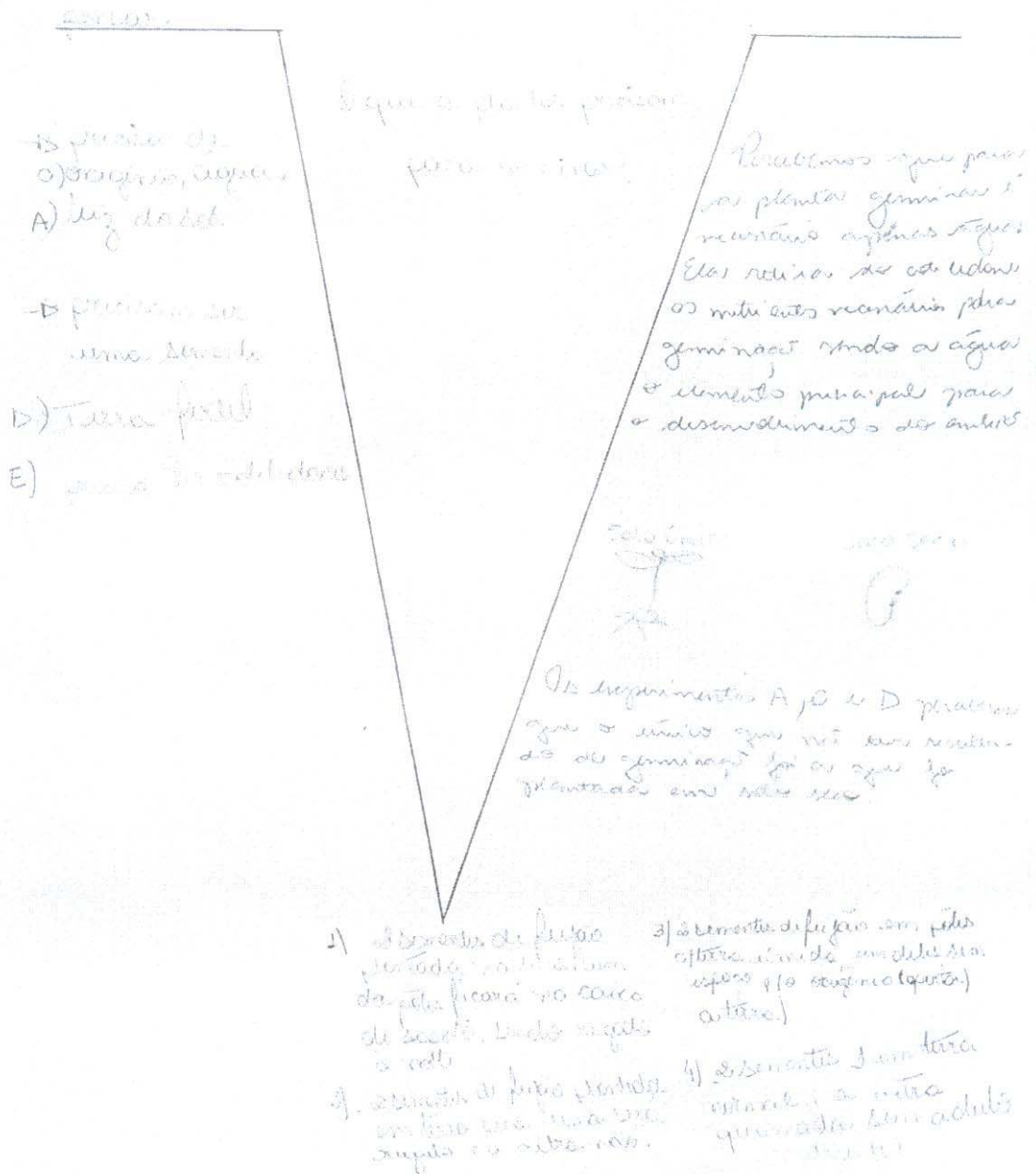
TRANSFORMAÇÕES



EXPERIMENTO

- 1 2 sementes em 2 potes com terra seca, 1 parte seca aquecido e outro não.
- 2 2 sementes plantadas, 1 passo na caixa de sapato, 3 sementes plantadas em 3 profundidades
- 3 2 sementes, 2 potes; 1 na geladeira, outro na caixa de sapato;
- 4 solo fértil / solo queimado
- 5 solo fofo / solo seco / duro

Anexo L 2



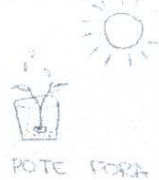
Anexo L 3

- luz do sol
- água
- terra adequada
- carinho
- paciência

o que as plantas precisam?
e crescer?

- > a terra precisa ser bem cuidada
- > sítio adequado
- > regar e ter o

as plantas precisam de luz



AMBOS RECEBERAM ÁGUA

- As plantas precisam de oxigênio
nas raízes. As verificamos através das
experiências, podendo chegar a
essa conclusão.

- 1^o exp: 2 ramos de feijão plantados na terra; um dos potes ficará na caixa de sapato, sendo regado à noite.
- 2^o exp: 2 ramos de feijão plantados em terra seca, um será regado e o outro não.
- 3^o exp: 2 ramos de feijão em potes com terra úmida, um deles sem espaço ao redor (apertar/compactar a terra)

Apexo L 4

O que os sementes precisam para crescer?

- Procura de uma panela, água, terra e sementes.

- Coloque sementes e água em uma panela com terra.

Resolva que a planta precisa de luz, água e terra para crescer.

Ambos experimentos vão crescerem água.

Resultado:

A planta experimento e controlado que se cresce de semente planta. Na luz solar a planta vai crescer mais rapidamente em comparação com o experimento que não tem luz solar.

Materiais:

- 2 sementes de feijão
- 2 terra e uma semente em cada copo plástico com terra úmida
- 2 copos, um copo dentro de uma caixa de cartão e o outro copo em lugar aberto a luz solar
- água todos 3 dias

ANEXO M – Texto inicial utilizado na Atividade 4

UNIFIL – Centro Universitário Filadélfia

Disciplina : Conteúdo e Metodologia de Ciências
Docente : Eliana Guidetti do Nascimento

3º. Pedagogia

Atividade 4 – Germinação das sementes

Vimos que a semente para germinar precisa de água e, em alguns casos, de luz e oxigênio. Podemos resumir as necessidades da semente da seguinte forma :

Condições para que ocorra a germinação:

1. Semente deve estar perfeita e madura;
2. Água no solo;
3. Solo arejado;
4. Luz solar;
5. Calor: cada espécie tem uma temperatura ótima para a germinação.

2. Passos da germinação:

1. Absorção de água pela semente;
2. Rompimento da casca pelo aumento de volume da semente;
3. Saída da radícula ,por geotropismo positivo, e penetração no solo, onde se ramifica, transformando-se em sistema radicial;
4. Do lado oposto sai o caulículo por geotropismo negativo, transformando-se no caule e folhas.

Porém, o que nos deixou intrigados é como isso acontece. Como a semente germina ? Quais os eventos envolvidos no processo ? Como a raiz e o caule se orientam durante o processo de germinação ?

É para essas questões que necessitamos de respostas.

ANEXO N – Texto final utilizado na atividade 4

UNIFIL – Centro Universitário Filadélfia

Disciplina : Conteúdo e Metodologia de Ciências
Docente : Eliana Guidetti do Nascimento

3º. Pedagogia

Atividade 4 – Germinação das sementes

Francis Darwin, filho de Charles Darwin, famoso por sua teoria da evolução, estudou e trabalhou com seu pai sobre o movimento dos vegetais, interessando-se, principalmente, pelo fototropismo (movimento dos vegetais orientados pela luz). Suas experiências apontaram que as cotilédones de uma semente de planta dirigem seu crescimento para a luz, comparando as respostas do crescimento com as cotilédones cobertas e descobertas. Como resultado, publicou, com seu pai, em 1880, *The Power of Movement in Plants*. As suas observações permitiram a descoberta da auxina, anos mais tarde.

Trabalhos publicados por Fritz Went, na década de 40, atestam que, durante a germinação das sementes, independente da posição que a semente é colocada na terra, a raiz, ao germinar, sempre procurará a terra, indicando o que se conhece hoje como geotropismo positivo; posteriormente ficou demonstrada a ação do hormônio auxina neste processo.

Assim, a concentração de auxina na raiz e no caule produz efeitos diferentes, fazendo com que cada qual se oriente de forma diferente (em direção à luz ou à terra)

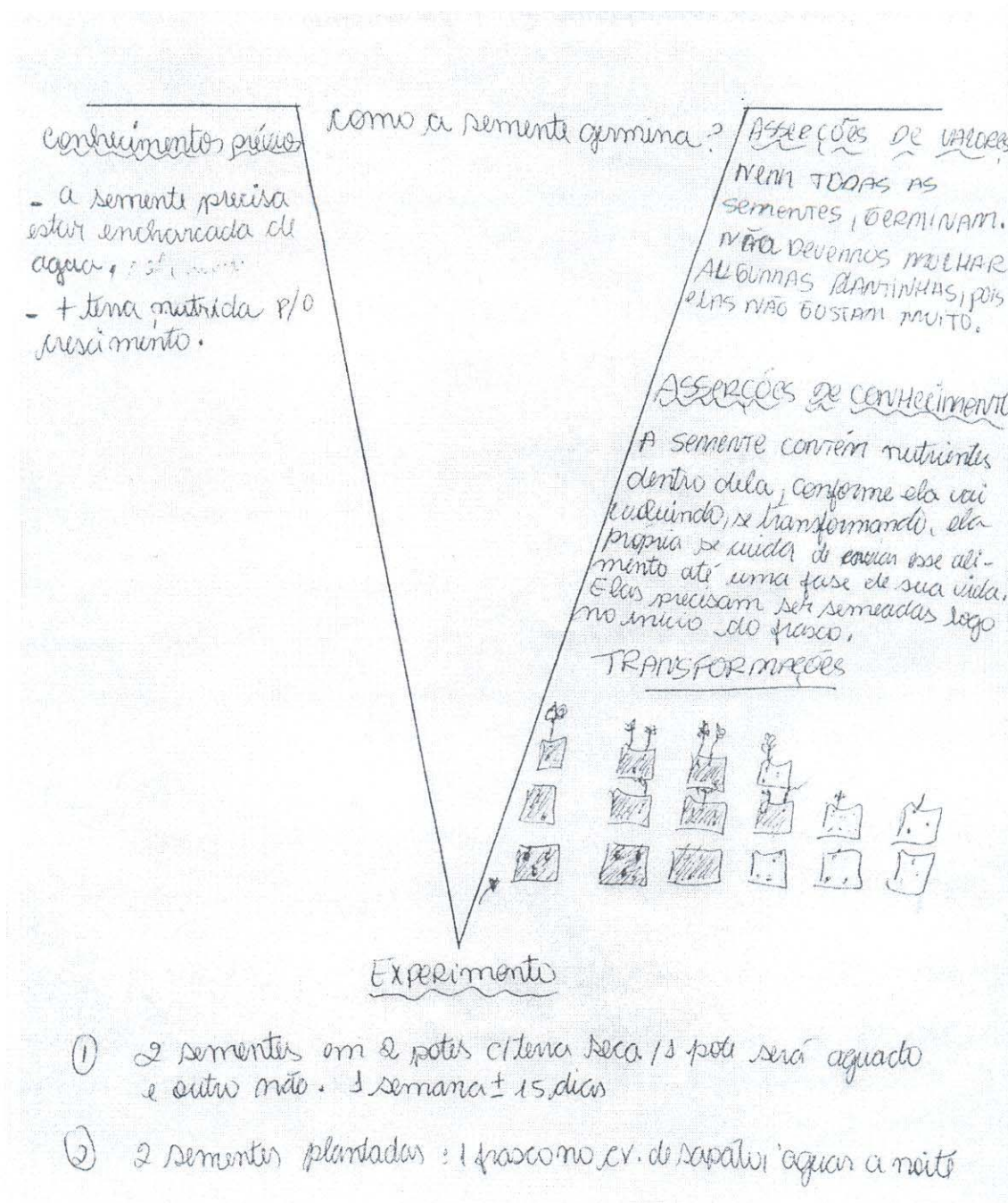
Os trabalhos envolvendo a fisiologia vegetal intensificam-se e, em meados de 1950, a relação existente entre a embebição da semente (absorção de água pela semente) e a sua germinação é finalmente esclarecida. Podemos observar que, embora a necessidade de água para que a semente germine seja conhecida desde antes de Cristo, só então esse conhecimento é sistematizado. Com a descoberta do hormônio giberelina, o processo é esclarecido : a giberelina é um dos hormônios responsáveis pela quebra da dormência do embrião, levando à germinação da semente. Quando a semente

é embebida. o embrião aumenta a produção de giberelina; essa atua na quebra das reservas alimentares do embrião na semente, o que leva ao seu desenvolvimento e, posterior germinação.

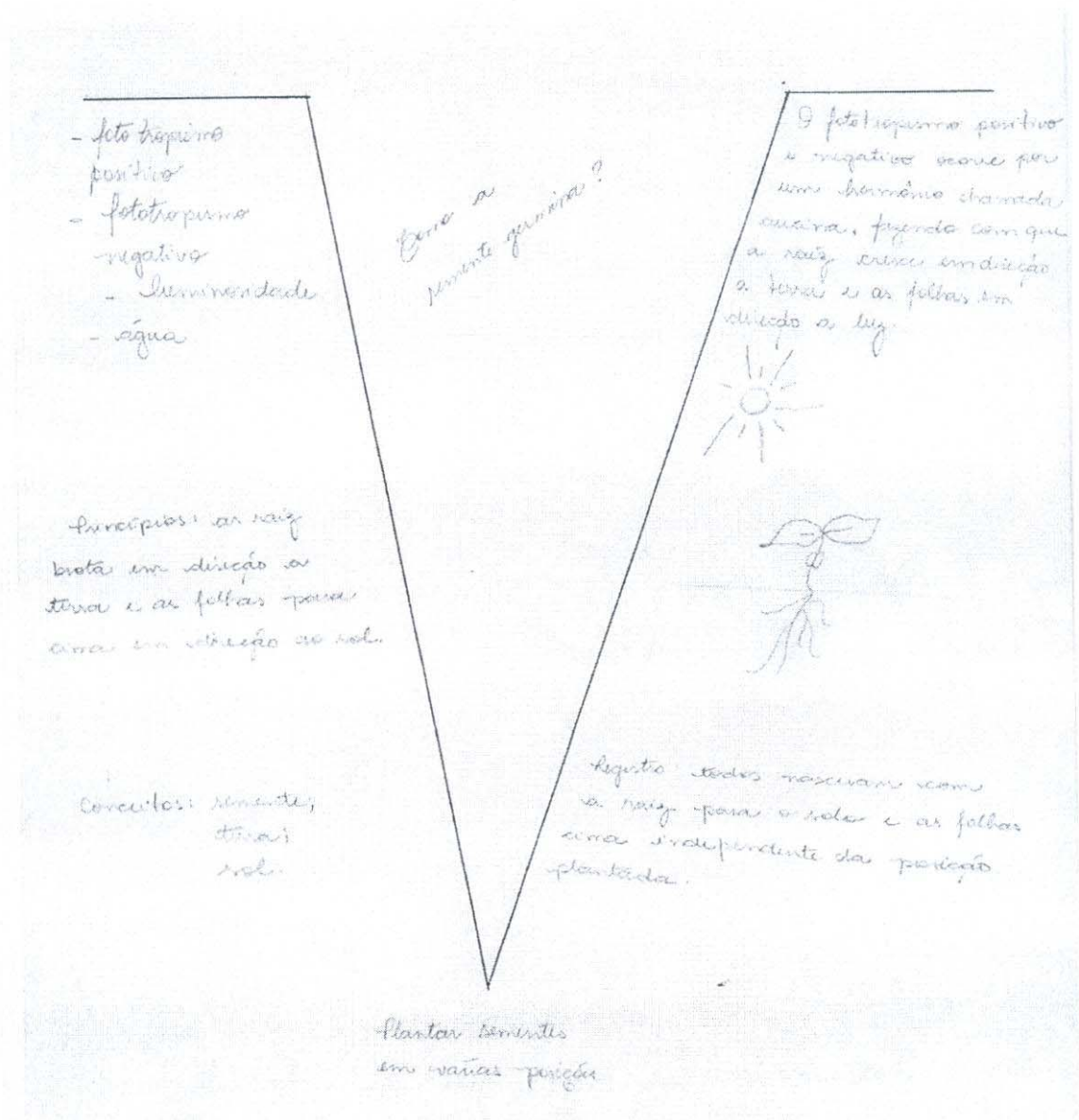
Referências

MORTON, A.G. **History of Botanical Science**. Ed. Academic Press Inc. New York, 1981. (tradução Eliana Guidetti do Nascimento)

ANEXO O – Diagramas Vê construídos pelos alunos durante a atividade 4



Anexo O 2



ANEXO O 3



ATIVIDADE 4

COMO A PLANTA GERMINA?

- 1) O JEITO QUE PLANTAMOS INTERFERE ELA A GERMINAR.
- 2) O CAULE VIRA PARA PROCURAR A LUZ E A RAIZ DESCE PARA PROCURAR A TERRA.

- 1) NUNCA INTERESSA O JEITO QUE PLANTAMOS A SEMENTE.
- 2) A RAIZ SEMPRE VIRA PARA BAIXO PARA PROCURAR ALIMENTO, TIPO A ÁGUA.
- 3) A AUXINA-AIA É QUEM PRODUZ OS MOVIMENTOS DIFERENCIADOS NA RAIZ E NO CAULE.
- 4) O CAULE SEMPRE VIRA PARA CIMA PROCURANDO LUZ.



-No experimento independente da posição que a semente for depositada, o caule sempre se curvará para cima e a raiz sempre se curvará para baixo, isso ocorre decorrente da AUXINA-AIA.

Anexo O 4

Conhecimentos prévios

- A semente quando do está dentro da terra, ela vai criando raízes através dos nutrientes, e vai criando o caule através da luz.
- para a semente germinar ela precisa de água.
- quando o embrião recebe água, ele vai recebendo nutrientes.
- a casca rompe pela umidade, e vai crescendo o embrião.
- O caule cresce procurando a luz, e fugindo da terra.
(fototropismo +);
(geotropismo -)
- a raiz cresce ascendentemente, ela vai para baixo da terra.
(fototropismo -);
(geotropismo +)

Como a semente germina?

Resultados:

não importa o jeito que a semente é plantada e o embrião rompe a casca, e a raiz vai para baixo e o caule vai para cima; isso ocorre por causa da substância ausente.



Experimentos:

Plantar em 3 potes sementes de feijão, mas em cada pote a semente será plantada em diferentes posições.

Para melhor acessar os anexos entrar em contato com a autora:

eliana.nascimento@unifil.br