



## **União da História da Ciência com o Vê de Gowin: um estudo na formação de professores das séries iniciais**

### **History of Science and Gowin's V: a research in teacher education for acting in early grades of elementary education**

**Irinéa de Lourdes Batista**

Departamento de Física e  
Programa de Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado) em  
Ensino de Ciências e Educação Matemática  
Universidade Estadual de Londrina  
irinea@uel.br

**Eliana Guidetti do Nascimento**

Programa de Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado) em  
Ensino de Ciências e Educação Matemática  
Universidade Estadual de Londrina  
eliana.nascimento@unifil.br

#### **Resumo**

Este trabalho tem como objeto a investigação de uma proposta de formação inicial de professores pedagogos para atuarem em disciplinas e com conteúdos de Ciências em séries iniciais do ensino fundamental. Investigou-se a construção de uma abordagem didático-metodológica a partir do uso da História da Ciência, associada com atividades experimentais e que apresenta como hipótese de estruturação metodológica (execução, registro e análise), o Vê Epistemológico de Gowin. Os resultados indicam que esta abordagem, quando utilizada de maneira adequada, pode tornar-se um instrumento relevante na formação dos professores das séries iniciais.

#### **Palavras-chave**

Formação de professores; História da Ciência; Vê de Gowin; séries iniciais, Educação Básica.

### **Abstract**

This research presents an investigation of a proposal of initial education of teachers regarding science education in the early grades of Basic Education in Brazil. Such a proposal is built upon an educational-methodological approach which includes the use of History of Science interconnected to practical activities and which presents Gowin's Epistemological V as its methodological hypotheses (execution, recording and assessment). The findings have shown that approach, whenever applied in a proper manner, can become a resource to teaching future educators for Elementary Education.

### **Keywords**

Science teacher education; history of science; Gowin's V; elementary school.

## **Introdução**

A formação de professores para o trabalho com as séries iniciais do Ensino Fundamental, deverá se dar, de acordo com a legislação vigente, preferencialmente em cursos superiores de Pedagogia. Dessa maneira, formar adequadamente o pedagogo para o trabalho com as disciplinas específicas e, no caso desta pesquisa, a disciplina de Ciências, faz-se absolutamente necessário e premente. Historicamente, essa disciplina é relativamente muito recente nos currículos das séries iniciais do Ensino Fundamental, uma vez que apenas a partir de 1971 implantou-se a disciplina de Ciências nas séries iniciais do ensino fundamental.

Os cursos de formação inicial de professores em Pedagogia não têm conseguido se atualizar segundo os resultados de pesquisas a respeito dessa disciplina, deixando lacunas nos conhecimentos científicos específicos e metodológicos que os professores deveriam possuir. Além disso, há também falhas no conhecimento pedagógico do professor das séries iniciais que o habilitem para a criação de situações para o ensino de Ciências (MIZUKAMI, 2002). Esses fatores colaboram para que os alunos dessas séries apresentem índices altos de analfabetismo científico (MONTEIRO; TEIXEIRA, 2006).

Diante dessa problemática, essa investigação apresenta, como objetivo principal, a análise do processo de construção de uma abordagem histórico-pedagógica dirigida à formação dos professores das séries iniciais do Ensino Fundamental. Em recente publicação, pesquisas da área mostram bons resultados do uso da História da Ciência nas aulas de Ciências das séries iniciais do Ensino Fundamental (BATISTA; ARAMAN, 2009). No entanto, é conhecido nacional e internacionalmente que há a necessidade da formação inicial de professores para atuarem nessa dimensão e contexto. Assim, estabelecemos como novidade metodológica, o uso da História da Ciência integrado a uma sequência de atividades experimentais investigativas que têm por hipótese metodológica de estruturação, registro e avaliação, o Vê Epistemológico de Gowin.

Apresentaremos, a seguir, os fundamentos teórico-metodológicos da estruturação dessa abordagem, bem como a análise de resultados empíricos obtidos a partir de sua aplicação.

## A formação de professores e a disciplina de Ciências

A sociedade em que vivemos hoje é, em relação à informação, aberta e global e, assim, exige competências de acesso, avaliação e gestão da informação oferecida. Isso ainda é mais relevante se pensarmos nos conhecimentos contemporâneos na área das Ciências. Muitas são as notícias divulgadas diariamente em jornais, revistas, páginas na internet, meios de comunicação em geral, que exigem um domínio mínimo dos conceitos científicos para uma correta interpretação. Assim, ser contra ou a favor a uma campanha sobre a AIDS ou drogas, por exemplo, requer que o cidadão seja “educado cientificamente”.

Imbernón afirma que, para educar realmente os alunos, devemos educar para a vida,

*para auxiliar os alunos a superarem desigualdades sociais [...] a escola e, conseqüentemente, o professor devem aproximar-se de [um] caráter mais relacional, mais dialógico, mais cultural, contextual e comunitário, [...] precisa ser também uma manifestação de vida em toda sua complexidade, em toda sua rede de relações e dispositivos. (IMBERNÓN, 2005, p. 7)*

A formação do professor destaca-se mais uma vez como fundamental. Uma formação que garanta autonomia ao professor, uma vez que a legitimação da autonomia epistemológica do professor corresponde à legitimação da autonomia epistemológica dos sujeitos sobre os quais o profissional venha exercer sua ação educativa (ALARCÃO, 1996).

Diante disso, os cursos de formação inicial de professores têm uma grande responsabilidade na ajuda do desenvolvimento da capacidade de pensar autônoma e sistematicamente, condição considerada indispensável ao professor bem preparado profissionalmente. No caso específico da disciplina de Ciências da Natureza nas séries iniciais do Ensino Fundamental, a formação inicial do professor deve garantir um acesso e domínio dos conceitos científicos básicos e ainda das possíveis abordagens metodológicas que possam ser usadas junto a seus alunos, de forma a iniciar a alfabetização científica dos mesmos.

O professor que atua nas séries iniciais da Educação Básica é formado, no nível superior, nos cursos de Pedagogia. Esses cursos oferecem ao futuro pedagogo uma formação bastante geral com, via de regra, apenas uma disciplina que procura garantir a formação mínima necessária para o trabalho com a disciplina de Ciências da Natureza. Essa única disciplina apresenta vários problemas: pode-se 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 abordado e enfatizado na formação do futuro professor. Em nossa discussão será adotada a nomenclatura *Metodologia de Ensino de Ciências Naturais* para a referência a essa disciplina, ministrada para alunos de cursos de graduação em Pedagogia.

A grande maioria dos professores apresenta, ainda hoje, uma visão empirista e indutivista da Ciência, o que os leva a optar por uma aula tradicional, na qual a Ciência é vista como pronta e acabada. Segundo pesquisas, caso o professor apresente uma visão menos absolutista a respeito da Ciência, sua aula poderá adotar a uma abordagem mais construtivista e terá como enfoque a Ciência como construção humana e, portanto, passível de erros e acertos (CUNHA, 2001). Ainda segundo este autor, uma aula com características mais construtivistas teria uma maior chance de provocar, no aluno, aproximações entre suas concepções e as conceituações cientificamente aceitas e, assim, levá-lo a uma aprendizagem mais

significativa. Os cursos de formação inicial podem, partindo desses pressupostos, influenciar na forma como o futuro professor das séries iniciais concebe a Ciência e, portanto, influenciar sua atividade didática com conteúdos científicos.

Porém, como já afirmamos, essa disciplina tem também o papel de oferecer ao futuro professor uma oportunidade para ele revisar e (re)formular seus conceitos científicos, aproximando-os o máximo possível dos cientificamente aceitos. Krasilchik (1996) já afirmava que a falta de conhecimento sobre a disciplina que está trabalhando é uma das maiores (senão a maior) dificuldade encontrada pelo professor, o que o impede inclusive de se aventurar em situações diferenciadas de ensino. Merece ainda destaque no contexto desta pesquisa a afirmação, de quase duas décadas passadas, de Carvalho e Gil-Pérez (1993), segundo a qual o domínio da disciplina trabalhada auxilia para que o professor saiba selecionar conteúdos adequados que proporcionem uma visão contemporânea das Ciências.

O papel da disciplina de Ciências Naturais no Ensino Fundamental é, a partir de nossas fundamentações, o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o aluno como indivíduo participativo e integrante do espaço e do tempo em que vive, para uma construção de suas primeiras noções científicas. Tradicionalmente, o ensino de Ciências ministrado em nossas escolas de Educação Básica é apresentado como matéria descritiva e secundária, muitas vezes com ênfase em definições resumidas, classificações e regras mnemônicas, crivadas de termos técnicos que dificultam a interpretação do fenômeno, que não adquire significado aos olhos dos alunos. Enfim, o conhecimento do conteúdo científico trabalhado em sala acaba se restringindo a um conjunto de dados isolados, estanques e sem relevância.

Para superar esse tipo de ensino, é preciso compreender o processo complexo em que se dá a elaboração e a evolução de conceitos científicos, e também compreender que existe um vínculo entre a realidade escolar e o conhecimento científico que está sendo trabalhado. Para isso, acreditamos que a contextualização se faz necessária. Neste trabalho ela se faz sustentada a partir de um resgate histórico dos conhecimentos científicos desenvolvidos pela humanidade através dos tempos, articulado com atividades empíricas em sala de aula. Como consequência, é possível deduzir que o professor atuante em Ciências nas séries iniciais deve ser formado com esta visão para que ela efetivamente participe dos processos de ensino.

## O uso da história das Ciências em aulas de Ciências

Temos como pressuposto que um professor conhece a disciplina com a qual está trabalhando quando reconhece a complexidade da construção dos conceitos desta disciplina, que envolve vários contextos, dentre eles, histórico, epistemológico, metodológico e pedagógico (BATISTA, 2009). Para isso, o professor de Ciências necessita dominar minimamente alguns aspectos relativos à dinâmica da Ciência. Segundo as sínteses de Matthews (1995) e de Gil Pérez et al. (2001), isso é fundamental para que possamos associar os conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua construção pois, caso contrário, tais conhecimentos se apresentarão como construções arbitrárias. Essa arbitrariedade reduz a Ciência à mera transmissão de conceitos, uma vez que deixa de lado os vários aspectos sociais e históricos do desenvolvimento científico, com impacto significativo no entendimento da natureza da Ciência (LEDERMAN, 2002).

---

Outro ponto que merece destaque é o conhecimento que o professor deve apresentar sobre a metodologia empregada nas pesquisas científicas. Segundo Carvalho e Gil-Pérez (1993), conhecer a forma como os cientistas abordam os problemas e os critérios de validação das teorias científicas, é essencial para que o professor possa futuramente orientar práticas de laboratório, resolução de problemas e a própria construção de conhecimento pelos alunos.

A História da Ciência apresenta uma visão a respeito da natureza do conhecimento científico que, geralmente, não é encontrada na prática docente das séries iniciais ou mesmo nos livros didáticos comumente adotados, os quais enfatizam os resultados que a Ciência alcançou, teorias e conceitos que aceitamos hoje, mas não apresentam alguns importantes aspectos, tais como: de que modo ocorre a construção (e mudanças) dos conceitos científicos? Como os cientistas trabalham? Que ideias eram aceitas no passado e não são nos dias atuais? Essas são algumas das questões há muito conhecidas, que tratadas no ensino científico, poderiam auxiliar no Ensino de Ciências nas escolas.

As discussões sistematizadas acerca do uso da História da Ciência para os trabalhos com ensino de Ciências vêm acontecendo nas últimas décadas. A síntese apresentada por Matthews (1995) destaca alguns dos argumentos favoráveis ao uso da História da Ciência que continuam válidos no âmbito de nossa pesquisa: a motivação dos alunos; a humanização da Ciência; uma melhor compreensão dos conceitos científicos a partir da análise do seu desenvolvimento; o intrínseco mérito do entendimento de certos episódios-chaves na História da Ciência; e o rico entendimento dos métodos científicos e da natureza da Ciência.

Castro e Carvalho (1992) e Batista e Araman (2009) assinalaram para o possível paralelismo existente entre as ideias dos alunos e as ideias iniciais dos pesquisadores, indicando um caminho para a utilização dos fatos históricos em sala de aula. Souza e Almeida (2001) apresentam uma proposta do uso de textos históricos, lidos diretamente pelos alunos, e mostraram como principais resultados o fato dos alunos terem evidenciado a incompletude da Ciência ao observarem as alterações nas explicações apresentadas pelos pesquisadores ao longo da história.

Batista complementa essa discussão na formação docente, enfatizando:

*[...] que o professor é um investigador de sua prática pedagógica e que a inserção de enfoques, elementos e materiais didáticos com fundamentação histórico-filosófica devem sofrer adaptações e transformações pedagógicas (programática, didática e metodológica) para uma aplicação em sala de aula que obtenha resultados de boa qualidade. (BATISTA, 2007, p. 265)*

Acreditamos, aplicando esses fundamentos ao contexto de nossa pesquisa, que o professor do Ensino Fundamental e, em especial o professor das séries iniciais do Ensino Fundamental, poderá trabalhar nessa perspectiva se tiver sido assim formado, de modo a apropriar-se de uma visão real da dinâmica do conhecimento científico e com uma capacitação para adequá-la no ambiente didático.

## As atividades em sala de aula e 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 sequência de experiências únicas; esse processo faz com que sua estrutura cognitiva seja única. Diante disso, sua aprendizagem será também um

ato pessoal e idiossincrático (GOWIN; ALVAREZ, 2005). Mas como ajustar essa realidade à da sala de aula, em especial nas atividades em aulas de Ciências?

As atividades científicas estão sempre baseadas em uma constante interação entre dois componentes do conhecimento, o teórico-conceitual e o prático-metodológico experimental (VALADARES, 2006). Essa interação entre pensamento e ação traduz-se como: a teoria antecipa, prevê, analisa os resultados obtidos pela experiência. A atividade experimental, por sua vez, testa, aplica, corrobora experimentalmente ideias já construídas pela teoria.

Diante do exposto e na literatura (CARVALHO et al., 1998; KAMII; DEVRIES, 1985), as atividades e experimentos em sala de aula, quando tratadas como um problema a ser investigado, debatido e resolvido, potencialmente auxiliam para que o ensino das Ciências ocorra de forma mais articulada e integrada ao cotidiano do aluno e, portanto, mais acessível a ele. A atividade experimental, desse modo, pode ter efeitos positivos no processo de ensino e de aprendizagem de Ciências, principalmente no que se refere ao desenvolvimento de competências, atitudes e valores.

Ressalte-se ainda que o uso do trabalho experimental atinge esses propósitos se for aplicado por professores preparados para realizarem um trabalho diferenciado, estimulante e, principalmente, de forma verdadeiramente investigativa. No entanto, o que tem ocorrido na grande maioria das vezes é um trabalho experimental que se realiza na forma de um livro de receitas (FONSECA et al., 2005). Como fazer para contrariar essa tendência e trabalhar com experimentos de forma a gerar discussões e permitir estabelecer pontes entre diferentes elementos? Um dos instrumentos que tem sido usado com sucesso é o Vê epistemológico ou Vê de Gowin.

O Vê epistemológico pode ser entendido como um método que ajuda os estudantes a entenderem a estrutura do conhecimento e os modos como os seres humanos o produzem. Ele, ainda, pode atuar como um esquema para “desempacotar” o conhecimento em qualquer campo particular de conhecimento (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993).

O Vê do conhecimento, o Vê epistemológico ou o Vê heurístico<sup>1</sup> foi criado por Gowin, com o objetivo inicial de criar um instrumento para representar a Aprendizagem Significativa dos alunos como um processo individual de conhecimento. O Vê mostrou-se, também, como 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, os conceitos que se pretende trabalhar e a metodologia de pesquisa que se irá desenvolver.

Literalmente desenhado como a letra V, seu lado esquerdo corresponde à parte conceitual inicial da pesquisa, às construções teóricas que se tem desenvolvido ao longo do tempo (noções iniciais, visões de mundo, filosofias, conceitos, princípios, teorias). O lado direito do Vê constrói-se em função da investigação que se está promovendo; pode-se dizer que é a parte metodológica e aplicada da pesquisa, na qual são anotadas as transformações e observações que vão ocorrendo, as tabelas e os gráficos e construídos, e os dados (teóricos e empíricos) encontrados. A Metodologia é a explicação detalhada de toda ação desenvolvida ao longo do trabalho de pesquisa; 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.

---

<sup>1</sup> Encontra-se essas três referências na literatura da área e, ainda, Vê de Gowin.

---

A produção de conhecimento começa, então, com uma questão-foco ou de pesquisa que é respondida por meio da permanente interação entre o domínio conceitual e o domínio metodológico. No centro do Vê está a questão central, que norteia toda a investigação. No seu vértice a descrição detalhada do experimento para a resolução da questão-foco. O Vê, no desenvolvimento desse processo, pode também representar o processo de produção do saber do investigador, destacando a interação entre o pensar e o fazer.

Em adição, segundo Fonseca et al. (2005), o Vê de Gowin pode ser entendido como um instrumento heurístico para a análise da estrutura do processo de construção do conhecimento científico e como um instrumento que permite e facilita aos alunos novas aprendizagens, conduzindo à mobilização dos conteúdos científicos aprendidos.

A concepção de construção do conhecimento científico explicita os problemas a serem investigados que são definidores na escolha de acontecimentos em estudo, simultaneamente construídos. A eles se relacionam as crenças acerca do mundo, as filosofias, as teorias e os conceitos, e dessas visões extraí-se registros de modo a formular, ao final de uma atividade de investigação, juízos cognitivos (GOWIN; ALVAREZ, 2005).

Por essa vertente heurística, 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. Uma estruturação do conhecimento do aluno resulta dessa interação entre seu pensamento (saber repleto de crenças e sentimentos) e os objetos em estudo, num processo dialógico, envolvendo componentes conceituais de um lado e metodológico de outro (VALADARES, 2006).

Para usar o Vê como uma *estratégia investigativa*, diante de uma situação-problema, o aluno deve ser incentivado a esquematizá-lo na forma de uma questão – a questão-foco – e de um experimento e/ou atividade investigativa, que ative as concepções prévias necessárias para a resolução significativa de um problema (componente conceitual). Ao aplicar a experimentação e/ou investigação, o aluno recolhe os dados e os transforma em registros (gráficos e tabelas, *e.g.*). Ao final, o aluno obterá as respostas à questão foco na forma de juízos cognitivos, mostrando que conhece os significados das conclusões a que chegou, que é de discutir a resolução e as soluções, a partir de um ou mais juízos de valor (VALADARES, 2006).

Uma vez que a análise das asserções de conhecimento e de valor é um elemento epistemológico que colocaremos em evidência nos estudos empíricos desta pesquisa e que não é usual encontrar um detalhamento atualizado de sua caracterização, se faz necessária uma síntese teórico-conceitual para tal análise.

As asserções de conhecimento são respostas às questões-foco e são produtos da natureza interativa dos componentes de ambos os lados do Vê, revelando o relacionamento intrínseco entre conceituações, metodologia e os eventos investigados.

Para uma análise das asserções de valor, Gowin e Alvarez (2005) enunciam cinco tipos de valores e de questões correlatas consideradas suficientes para uma avaliação dos enunciados assertivos encontrados em construções de Vês:

1. Valor instrumental. X é bom para Y?
2. Valor intrínseco. X é bom para si mesmo?

3. Valor comparativo. X é melhor do que Y?
4. Valor de decisão. X é correto? Deve-se escolher X?
5. Valor ideal. X é tão bom quanto ele pode ser? Ou pode ser melhor, idealmente?

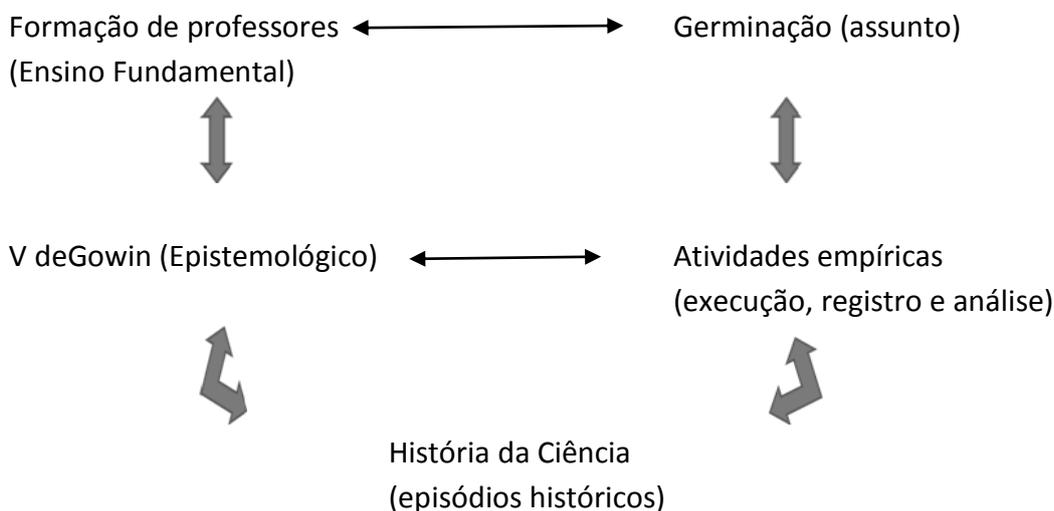
É a partir das duas categorias de asserções, do conjunto gerado de conhecimento e valoração, que uma investigação gera novas questões-foco, demonstrando que o processo que as gerou foi *relevante* e *significativo*. Ressalte-se, ainda, que a investigação escolar é uma aproximação da investigação científica e que os alunos são aprendizes de investigadores. De fato, uns e outros diferem na motivação e objetivos para resolver um problema, no tempo de que dispõem, nos aparelhos que utilizam e, sobretudo, nos conhecimentos acumulados necessários. É necessário, pois, manter expectativas realistas face ao trabalho real de investigação que os alunos realizam.

## A exposição do esquema da abordagem histórico-pedagógica

A partir da identificação dos fundamentos teóricos e metodológicos para a composição de uma nova abordagem, podemos explicitá-la na forma de um esquema.

Tal esquema representa o amálgama dinâmico resultante da integração dos vários elementos identificados na literatura e considerados pertinentes a partir dos pressupostos oriundos dos domínios teóricos de saberes docentes, de pesquisas epistemológico-cognitivas, das contextualizações empíricas e históricas, e dos resultados empíricos de aplicação dessa abordagem que serão discutidos na próxima seção.

### *Esquema de integração de referenciais*



## A investigação empírica: uma aplicação da abordagem desenvolvida

Nossa pesquisa foi realizada nos moldes de uma pesquisa qualitativa, definida por Lüdke e André (1986) como pesquisa que apresenta o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Isso supõe o contato direto e

---

prolongado do pesquisador como ambiente e a situação que está sendo investigada, 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), 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 "a pesquisa qualitativa (...) enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes" (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p.13).

Com o intuito de imergir na realidade dos alunos (FREIRE, 1996) e imprimir um caráter intencional, que não permanecesse simplesmente na constatação dos fatos (SAITO, 2002), optamos por desenvolver os estudos empíricos nas turmas em que uma das pesquisadoras ministrava aulas.

Assim, nossa investigação empírica foi realizada tendo como público alvo duas turmas de formandos do curso de Pedagogia, de uma faculdade privada, em Londrina/PR. As atividades foram aplicadas durante as aulas da disciplina de Conteúdo e Metodologia de Ciências, em duas horas-aula, uma vez por semana, por aproximadamente dois meses. Para o uso dos dados obtidos, houve a autorização de todos os participantes (83 alunas, que compunham duas turmas, com idade variando entre 22 e 56 anos).

Como mostrado no esquema da abordagem, o nosso objetivo centrou-se na investigação da possibilidade de integração da História da Ciência com as atividades de sala de aula e experimentais, tendo o Vê epistemológico de Gowin como estruturador, na forma de organização, registro das atividades experimentais e avaliação do processo epistemológico-cognitivo, bem como uma abordagem na formação de professores das séries iniciais do Ensino Fundamental. Procuramos selecionar um conteúdo adequado a essa abordagem e que, ao mesmo tempo, fizesse parte dos conteúdos que são tratados frequentemente nas aulas de Ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Assim, escolhemos trabalhar os conceitos relacionados à germinação das sementes. Esse conteúdo está presente em quase todas as etapas do Ensino Fundamental, em especial nas séries iniciais, tradicionalmente valendo-se da "experiência do feijãozinho".

Durante nossas pesquisas bibliográficas, não encontramos referência que indicasse um conflito teórico-metodológico potencial para a ocorrência dessa integração e durante a aplicação da abordagem proposta pudemos perceber como os referenciais usados complementaram-se, tanto metodologicamente como epistemologicamente, resultando em inferência dedutiva de que a abordagem produzida pode ser usada como um processo relevante na formação inicial do repertório de professores. Outro ponto que merece destaque é o fato de não termos encontrado, até o presente momento, nenhum outro trabalho com tal amálgama teórico-metodológico direcionado à formação de professores.

Como salientado anteriormente, é relevante preparar o professor para o trabalho experimental nas aulas de Ciências e 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 aprendiz identificar, por meio de uma atividade (experimental ou não), o que 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 subsunções.

Para essa abordagem incluímos, também, o conceito de Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2006), em especial em relação a princípios propostos pelo autor para proporcionar uma situação de aprendizagem significativa e crítica ao aluno. Assim, as alunas-professoras participantes foram instigadas a fazer perguntas e a analisar quais perguntas auxiliariam a continuação das atividades. As respostas não foram fornecidas; elas foram obtidas pelas alunas a partir dos experimentos e, em especial, dos textos históricos lidos e discutidos em sala.

Outro princípio da Aprendizagem Significativa Crítica no qual a abordagem se assenta 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 as alunas 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 envolver 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.

O eixo epistemológico orientador da sequência das atividades foi obtido por meio de uma síntese histórica na qual foi possível identificar os conceitos desenvolvidos para a explicação do que é uma semente e de sua germinação, dentre os quais destacamos os pontos: o primeiro momento em que se compreende, ainda que de forma incipiente, o que é uma semente; o segundo momento que nos parece relevante é quando se esclarece que alguns materiais “dão origem a novas plantas” os quais não se tratam de sementes; o terceiro ponto importante seria o momento em que são identificados os fatores ambientais que interferem na germinação da semente; e, finalmente, o momento em que se tornam explícitos os mecanismos da germinação.

A partir dessa síntese, foram selecionados textos que representassem recortes históricos desses momentos epistemologicamente relevantes na formação dos conceitos envolvidos. Parte desses textos foi usada durante as atividades didáticas. De posse desse material e baseando-nos na síntese histórica, criamos uma questão inicial para aplicação: como saber que estamos diante de uma semente? Essa questão-sugestão foi apresentada às alunas na forma de questão-foco a ser resolvida. As etapas para a resolução do problema foram as indicadas pela construção do Vê de Gowin, instrumento previamente conhecido pelas alunas em atividades preparadas para esse fim. A partir das discussões ao final dessa atividade, diante dos problemas apresentados, as alunas criaram uma segunda questão foco, que deu origem a uma terceira, que por sua vez gerou a quarta e última questão da sequência. Essa geração sequencial de questões era prevista conforme os fundamentos teórico-metodológicos vindos tanto do V epistemológico quanto do enfoque de

---

contextualização histórico-epistemológica (o desenvolvimento da Ciência analisado em sua efetividade na resolução de problemas).

Assim, como resultado da construção de uma sequência pedagógica de atividades dialógico-empíricas e de estudos, estruturada e coordenada pelo uso do Vê, obteve-se uma sequência de quatro etapas-atividades a partir das questões-foco geradas pelas alunas. Ao final de cada atividade empírica executada, os textos selecionados na síntese histórica, referentes à cada questão-foco gerada, foram discutidos com as alunas, usando diferentes abordagens didático-metodológicas de trabalhos com textos e propiciando uma situação com caráter histórico-epistemológico no processo de formação docente.

Foram usados cinco textos ao todo com a função de responder às questões discentes. Esses textos foram gerados ou selecionados a partir da necessidade da estratégia investigativa em ação e das necessidades cognitivas de sala de aula. Os primeiros textos relatavam as primeiras descobertas do homem pré-histórico sobre as plantas e as sementes e as primeiras investigações realizadas na Índia, China e Egito, envolvendo as plantas e as sementes. Os textos foram elaborados a partir de fontes secundárias, em especial de Colin A. Ronan (1987). Destaque-se o texto usado ao final da segunda atividade que trata dos estudos feitos por Teofrastos e Aristóteles sobre plantas e sementes. Esse material foi traduzido do material de A.G. Morton (1981), em *"History of Botanical Science"*.

## Apresentação e discussão a respeito da aplicação da abordagem metodológica

Os diagramas Vê, atuantes como um dos elementos estruturadores da abordagem, assumem agora o papel de qualificadores do processo epistêmico-pedagógico desenvolvido, conforme Valadares (2006). Para fazermos sua análise, sendo eles objetos de registros idiossincráticos, optamos por procurar evidências de aprendizagem significativa e, em específico, nos registros que indicassem alterações na visão da construção do conhecimento científico expressas nas asserções de valores.

Assim, como escolha metodológica, mostraremos os registros de asserções (com sua frequência relativa) encontrados nos diagramas construídos individualmente pelas alunas, ao longo das quatro atividades da sequência. Como ilustração, apresentamos diagramas produzidos que representam os diferentes níveis de aprendizagem apresentados pelas alunas e compõem uma amostra, pela estrutura e evolução cognitiva interna de cada aluna, relativa ao encontrado em 80% da turma em que se aplicou a abordagem. Por questões de extensão do texto, apresentamos com maior detalhamento a atividade 4.

Demarcamos teoricamente que, conforme Gowin (1981), embora os diagramas Vê 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 são interpretados a fim de identificar os significados que o aluno está atribuindo aos conceitos e ideias trabalhados, e por isso a ênfase na análise das asserções encontradas no Vê.

## Atividade 1

Ao iniciarmos nossa aplicação da abordagem, propusemos a questão-foco “Como saber que estamos diante de uma semente?” As alunas registraram a seguir, nas tabelas para a construção do Vê, suas primeiras ideias (noções prévias) 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 tem 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 plantada 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;*

Em todos os grupos a sugestão gerada, para auxiliar na resolução da questão-foco, foi plantar o material para poder observar se haveria ou não germinação. Nesse primeiro momento esse fato parecia, na concepção das alunas, “resolver” a questão-foco. As “sementes” que haviam despertado dúvidas foram plantadas e cuidadas durante uma semana. Na semana seguinte, houve uma grande surpresa diante da germinação da maioria das sementes plantadas e de grandes alterações na maioria das demais (encontravam-se intumescidas, com a casca rompida). Porém, as discussões que se sucederam mostraram possíveis falhas na hipótese inicial, ou seja, não bastava que houvesse germinação para que pudessem afirmar com segurança que se tratava de uma semente.

Antes que as alunas completassem o registro da atividade no Vê, durante a leitura dos textos históricos escolhidos, em especial os que relatavam o fato dos seres humanos terem começado a observar as “sementes” mais detalhadamente, procurando compreender como se dava o processo de germinação – questão histórico-epistemológica semelhante à primeira questão-foco, muitas alunas realizaram conexões entre o que haviam feito experimentalmente e a leitura. Com isso, elaboraram outras noções que demonstravam a incompletude da questão inicial: existem plantas que não se reproduzem por sementes e plantas que não apresentam sementes. Surgiu assim a necessidade da segunda atividade, a partir da nova questão foco: quais as partes de uma semente?

Os registros realizados pelas alunas ao final da atividade 1 nos revelam que houve por parte das mesmas uma aprendizagem significativa, indicando que a abordagem investigada já demonstrava seus primeiros resultados positivos. Esses registros mostram que, além de compreender o conceito de semente, as alunas puderam perceber as falhas nos seus conhecimentos prévios, em especial ao comparar seus conhecimentos como os apresentados nos textos e nos resultados experimentais.

Pudemos obter registros individuais que apresentaram as seguintes asserções:

*- apenas a aparência, ou seja, parecer que o que imaginamos ser uma semente, não é suficiente, pois algumas coisas que acreditávamos não serem sementes germinaram, e pensamos que então era realmente uma semente, porém discutimos no grupo, após a leitura dos textos, e soubemos que existem coisas que germinam e não são sementes, por exemplo, a mandioca, a batatinha; é preciso termos outras informações; mesmos naquelas que não*

germinaram não podemos afirmar que não eram sementes, pois poderiam ser sementes que não foram guardadas em boas condições, ou sementes velhas e estragadas... essas informações já interessavam os povos há mais de 5000 anos; quando observamos que as sementes que plantamos germinaram, chegamos à conclusão 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."

Em termos de frequência relativa (dentro dos parênteses) de asserções individuais semelhantes (ou mesmo iguais) às conceituações emitidas, obtivemos os seguintes resultados:

"para germinar, a semente precisa de boas condições internas e climáticas (60%); nem tudo que nasce e germina é semente (21%); cada semente precisa de um tempo para germinar (10%); as sementes plantadas criam raízes e brotam (5%); água é importante e para ter certeza que é semente tem que plantar (2%)."

Esses relatos assinalam para uma aproximação dos conceitos das alunas com os cientificamente aceitos e demonstram, em especial, o surgimento uma nova visão da natureza e da dinâmica da Ciência. As alunas conseguiram relacionar o que já sabiam (conhecimentos prévios) a fatos observados por meio da experimentação e complementar (ou mesmo modificar) suas conclusões, à luz de textos históricos auxiliares discutidos. Embora tais relatos nos pareçam indicações de uma aprendizagem significativa, sabemos que apenas uma atividade pode não ser suficiente para que um novo conceito de fato provoque mudanças nos subsunçores do aprendiz. Sabemos que as idéias prévias são, por vezes, fortemente resistentes à mudanças. Ainda assim, acreditamos que o fato de dispormos de uma seqüência de atividades, que busca a construção de conceituações, pode auxiliar na superação dessa limitação.

Na figura 1 temos um exemplar de Vê típico gerado durante essa atividade.

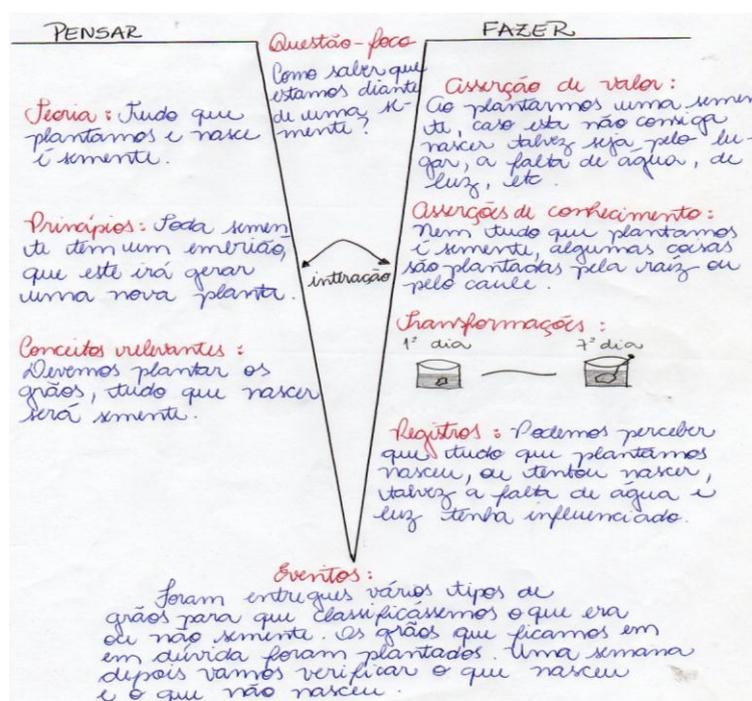


Figura 1: Vê desenvolvido pela aluna A durante a atividade 01.

## Atividade 2

Iniciamos a atividade 2 a partir da pergunta gerada durante a atividade 1: Como saber que estamos diante de uma semente? As alunas iniciaram essa atividade pelo registro da questão foco e dos conhecimentos prévios, que 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 “coisa” 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 tem só uma parte que é a união da casca com o miolo (milho).”*

Após esses registros iniciais, as alunas realizaram a leitura de suas conceituações, para uma discussão dessas ideias. 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 abrissem os espécimes entregues aos grupos durante a atividade 1, para que se observasse o que encontrariam dentro de cada um. Parecia que esta ideia ia persistir quando um grupo fez a seguinte observação *“se não sabemos que 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”*.

Essa sugestão foi discutida por todos os grupos até surgir a proposta: *“vamos abrir sementes que conhecemos para podermos saber o que as sementes têm por dentro”*. Outro grupo apresentou a proposta de abrir duas sementes, uma de feijão, que tem casca e outra de milho, que não tem casca. Ficou decidido por unanimidade que esta última 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, 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. 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”*.

Após essas observações e partir das discussões que se sucederam, foram apresentados aos grupos os textos extraídos do material histórico, que apresentavam a classificação das plantas em monocotiledôneas e dicotiledôneas, feita pela primeira vez por Teofrastos (370 a.C.). Essas informações causaram um grande impacto nas alunas, em especial por perceberem que desconheciam conceitos construídos há muito tempo atrás. Outras informações foram extraídas desses textos para a elaboração final do estudo das partes da semente. Os registros de asserção feitos pelas alunas podem ser resumidos nas seguintes informações:

*“as plantas são classificadas, desde antes de Cristo, como monocotiledôneas quanto tem apenas um cotilédone (parte da semente que guarda os nutrientes). É o caso do milho. As sementes que tem duas partes que armazenam nutrientes (dois cotilédones), elas são chamadas de dicotiledôneas, é o caso do feijão”*.

Outras alunas registraram informações que mostram 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”.*

Na figura 2 temos um exemplar de Vê típico gerado durante essa atividade. Em termos de frequência relativa (dentro dos parênteses), obtivemos as seguintes asserções de conhecimento:

*“possuem embrião (77%), casca (67%), cotilédones (52%), hilo (30%), polpa (16%), diferenciação entre mono e dicotiledônea (11%).”*

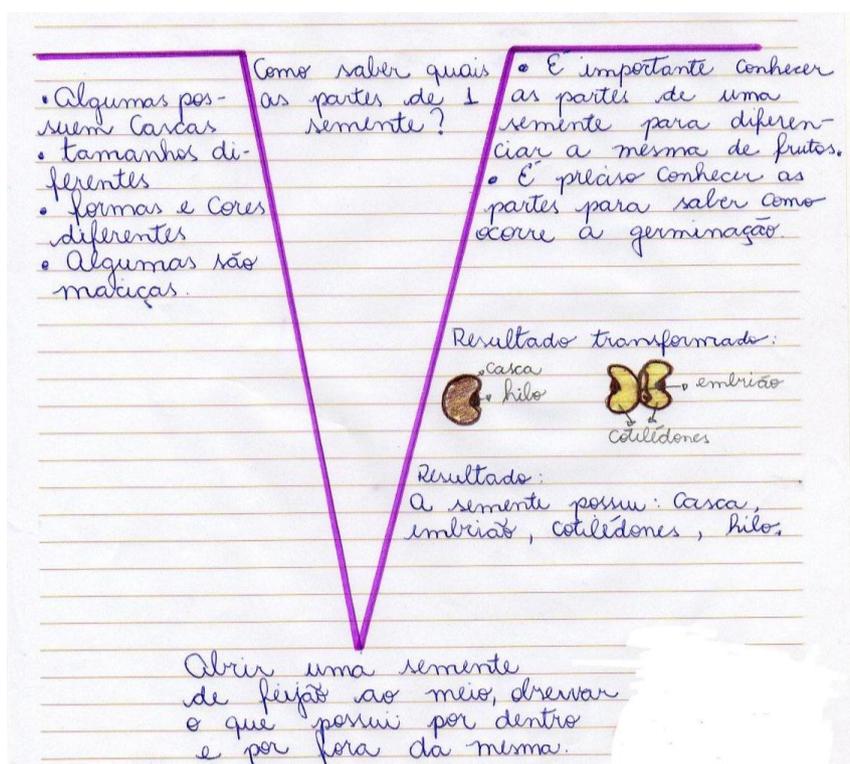


Figura 2: Vê desenvolvido pela aluna C durante a atividade 02.

### Atividade 3

Ao término da atividade 2, a discussão que se tornou mais frutífera foi aquela a respeito das 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-se da experiência do feijão que cresce no algodão, o que contrariaria essa afirmação. Assim, a questão-foco escolhida pelo debate gerado foi “o que a semente precisa para germinar?”

Iniciamos novamente a atividade com o registro no Vê de Gowin da nova questão-foco e, a partir dela, cada aluno registrou seus conhecimentos prévios sobre o assunto.

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.”*

Ao longo da discussão desses registros as alunas fizeram várias sugestões. Assim, diferente de uma única experimentação para responder à questão-foco, surgiram os seguintes experimentos sugeridos pelas alunas:

- 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 aguçado diariamente e o outro não. A terra, inicialmente, deverá estar seca.

Os experimentos foram montados pelas alunas e cuidados pelos funcionários da casa de vegetação da instituição de ensino durante uma semana. As alunas puderam acompanhar durante esse tempo todo o desenvolvimento do experimento. Na semana seguinte, os materiais foram apresentados e os resultados foram discutidos.

Foi uma grande surpresa para a maioria das alunas o fato das sementes só terem a necessidade de água para germinar. A germinação de todas as demais sementes causou muitas discussões. Algumas alunas demonstraram grandes surpresas, em especial, porque haviam lido no primeiro 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, mostrando 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 as alunas concluíram que existem diferenças relevantes entre as sementes e que o identificado para o feijão não era, necessariamente, igual para todas as sementes. A leitura de novas informações históricas na forma de textos auxiliou a compreensão, por parte das alunas, de como o processo de germinação ocorre. Realizou-se essa leitura de forma coletiva, discutindo-se as dúvidas e fazendo-se as relações com o resultado do experimento. Após isso, as alunas completaram o preenchimento dos diagramas Vê.

Encontramos registros de asserções feitas pelas alunas baseados nas seguintes informações com suas respectivas frequências relativas nos parênteses:

*“a semente necessita de água para germinar (60%); a luz, o calor e o solo fértil não são condições essenciais para a germinação; a planta cresce com ou sem luz (20%); os nutrientes que a planta precisa para germinar estão nos cotilédones (15%); não conseguimos ver o oxigênio como fator importante na germinação, mas os textos que lemos incidiam nisso (15%); 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 (20%); o período que chamamos de germinação vai até os cotilédones secarem e caírem (15%); o feijão germinou em todas as condições, menos na ausência da água, porém, pode haver diferentes reações em se tratando de outras sementes (70%).”

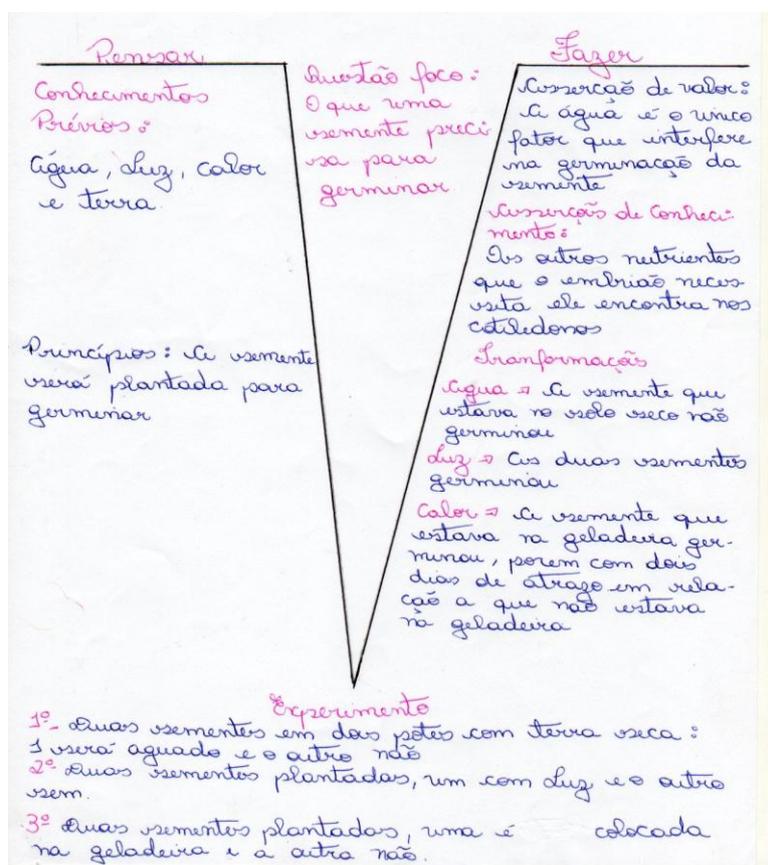


Figura 3 – Vê construído pela aluna B durante a atividade 03.

Durante as discussões sobre a germinação, um fato que chamou a atenção das alunas foi o posicionamento da raiz e do caule durante a germinação. As alunas questionaram a respeito do que orienta a raiz a crescer em direção ao solo e o caule, em direção à luz. Muitas alunas 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 se tornou a próxima questão-foco.

Apresentaremos, como anunciado anteriormente, a análise detalhada dos resultados da atividade final (4ª.) em função da extensão necessária do artigo, mas que demonstrará a qualidade do entendimento obtido do conteúdo ensinado e da abordagem como um todo, a considerar o uso do Vê de Gowin adotado.

#### Atividade 4

Iniciamos a atividade com o registro da questão-foco no Vê, gerada pela Atividade 3 – novamente corroborando o previsto na hipótese teórico-metodológica, e o registro dos conhecimentos prévios. Os conhecimentos prévios das alunas estão representados nas seguintes asserções, obtidas em vários Vês elaborados, com suas respectivas frequências relativas:

*“a semente precisa de água para germinar (3%); o caule nasce para cima e a raiz para baixo (50%); a semente fica túrgida e abre para o embrião começar a se desenvolver (50%); a raiz deve procurar o solo e o caule deve procurar a luz (50%); a semente precisa sair de seu estado de dormência (3%); o caule busca a luz e as raízes buscam a terra, por causa dos nutrientes (7%); o cotilédono vai nutrir o embrião, e a casca precisa abrir (8%); precisa de umidade, nascem os brotos e depois as folhas (20%).”*

Houve uma grande dificuldade, entre as alunas, em pensar um experimento 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 as alunas a concluir que seria necessário uma discussão teórica inicial para que, depois, pudessem pensar sobre experimentos, os quais poderiam por em teste o que havia sido indicado na teorização. Foi combinado, então, que antes de se pensar nas atividades, faria-se uma sistematização sobre o que já havia visto e o que ainda restava entender, para completar a ideia do que é uma semente e de como ela germina, cabendo ao professor a elaboração de um texto para facilitar essa sistematização.

Na semana seguinte, após discussão e análise dos textos, as alunas sugeriram algumas atividades que poderiam comprovar as discussões feitas: plantação de 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. Os experimentos propostos foram montados e cuidados pelos funcionários da casa de vegetação da Instituição de ensino. As alunas comprometeram-se a acompanhar, diariamente, os resultados, anotando o que viam. Na semana seguinte, os resultados foram discutidos. Complementarmente, foi fornecido um segundo texto retirado do material histórico, o qual explicava os mecanismos que controlam o crescimento da raiz e do caule. Esse 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.

Todas novas informações foram analisadas, discutidas e registradas no Vê produzido por cada aluno para a atividade 4. Escolhemos quatro exemplos de Vê, apresentados nas figuras de 4 (A e B) a 5 (C e D) nos quais colhemos as asserções típicas, de conhecimento e de valor, encontradas em frases de alunos.

Podemos observar que a aluna A 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 superficial e provisória, mostrando a necessidade de que os conceitos sejam retomados. Os termos usados pela aluna em suas asserções foram retirados do material histórico, ilustrando mais uma vez que houve a interação com o material.

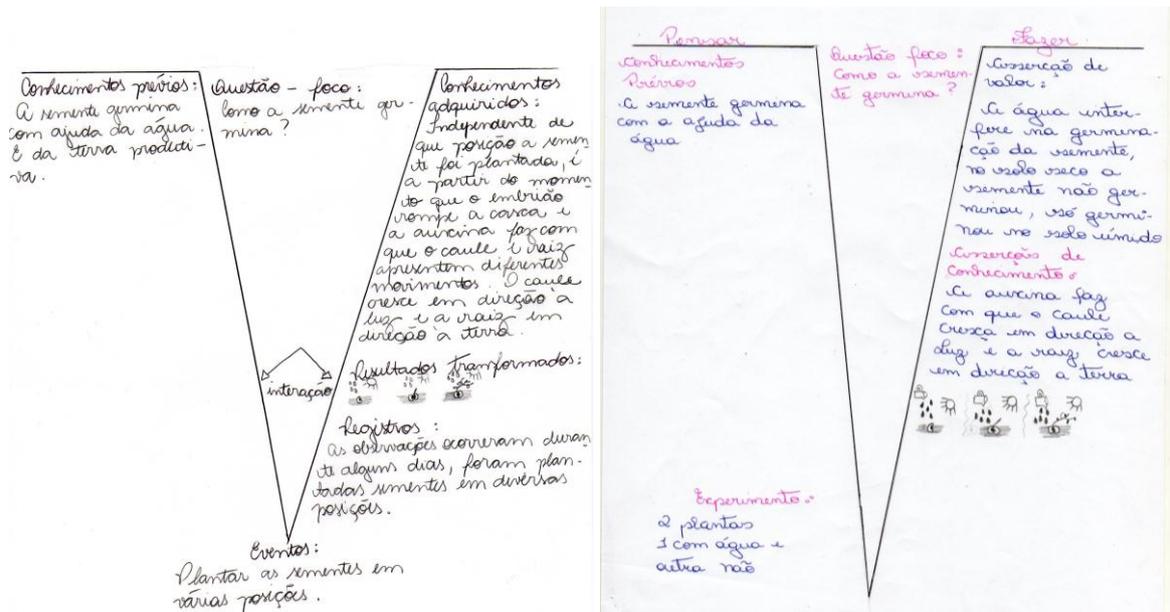


Figura 4: Vês desenvolvidos pelas alunas A (esquerda) e B (direita) durante a atividade 4.

Vê-se que a aluna 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 de água. Porém, em seus desenhos, a aluna registra também a necessidade da luz, pois desenha o sol em todos os momentos da germinação da semente. A aluna volta a afirmar em suas asserções finais a necessidade da água para a germinação, junto com a explicação, retirada do material histórico, da ação da auxina, indicando uma construção significativa dos conceitos ao longo do desenvolvimento das atividades.

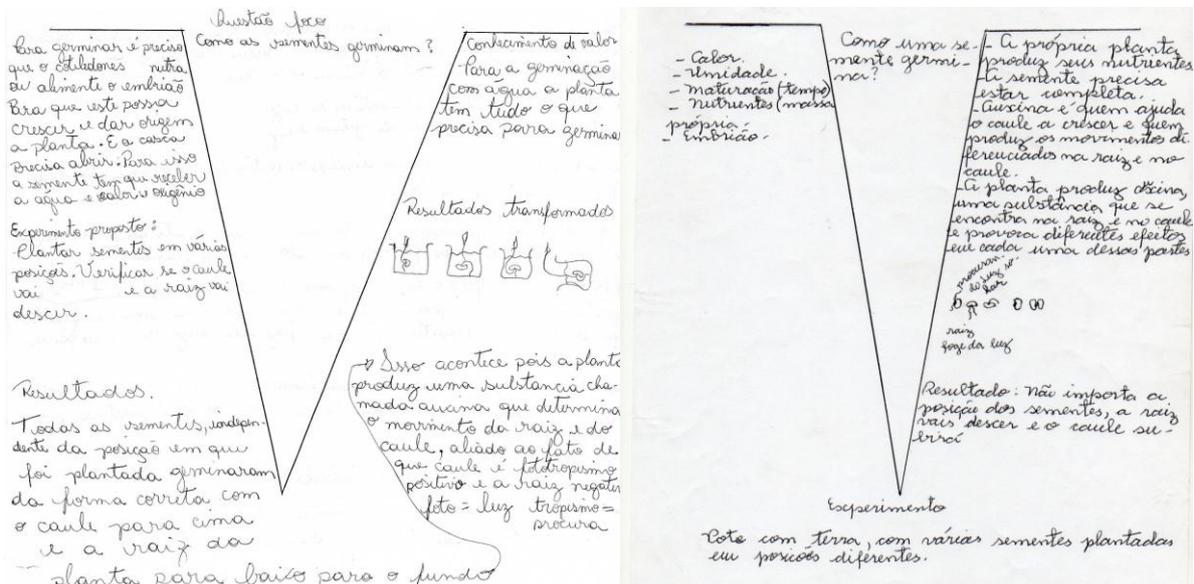


Figura 5: Vês desenvolvidos pelas alunas C (esquerda) e D (direita) durante a atividade 4.

Podemos observar que a aluna C afirma que a planta necessita de água, calor e oxigênio para o rompimento da casca, os quais seriam indispensáveis para a germinação da semente. Isso demonstra certa confusão em relação aos conceitos adquiridos na atividade anterior. A descrição dos resultados, utilizando termos conhecidos por meio dos textos históricos, indica uma aprendizagem realizada por essa aluna ao usar esse material. A aluna, em suas asserções finais registra, como necessidade externa da semente, apenas a água.

A aluna D também relata, em seus conhecimentos prévios, a necessidade de vários elementos externos para que a semente possa germinar. Nas suas asserções finais, a aluna 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, a partir de informações retiradas do material histórico.

Em todos os diagramas, é possível observar que as alunas A, B, C e D apresentam, ao final das atividades, um grau crescente de uma visão da natureza e dinâmica da Ciência mais próxima do conhecimento científico esperado. Elas demonstraram ser capazes de perceber as incompletudes ou mesmo as incorreções de suas ideias iniciais, porém, não consideram que o experimento realizado tenha trazido as “respostas corretas”, indicando sempre para as possibilidades, para as incongruências encontradas. Conforme nossos fundamentos, o Vê feito pelo aluno mostra um registro factual do que o ele aprendeu e é uma maneira sintética do mesmo expor sua compreensão sobre um tópico, além de auxiliar na organização de suas ideias.

Uma das hipóteses de ocorrência de aprendizagem significativa nas situações de ensino proporcionadas, segundo Gowin e Alvarez (2005), é o registro de asserções de valor e de conhecimento no lado direito do Vê. Seguindo as definições desses autores, pudemos identificar nos registros do grupo estudado, as seguintes asserções nas frases (a porcentagem apresentada trata-se de frequência relativa de ocorrência):

– *“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 (60%); asserção de conhecimento + de valor (instrumental e de decisão).*

– *a água interfere na germinação da semente; no solo seco a planta não germinou... (50%); asserção de conhecimento + de valor (decisão e comparativo).*

– *a auxina presente no caule e na raiz faz com que estes apresentem movimentos diferentes: o caule cresce em direção à luz [fototropismo (25%)] e a raiz cresce em direção à terra [geotropismo(25%)]; asserção de conhecimento + de valor (instrumental e de decisão).*

– *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. (60%)”; asserção de conhecimento + de valor (instrumental, comparativo e de decisão).*

Mesmo sem, muitas vezes, uma clara diferenciação apresentada pelas alunas, entre asserções de conhecimento e de valor, segundo as definições de Gowin e Alvarez, pudemos construir nossa classificação dessas duas categorias, conforme mostrado em negrito. Essa certa indiferenciação faz parte do processo de apropriação da fundamentação do Vê epistemológico, pois nas asserções de valor estão os valores cognitivos, que também compõe a estrutura do conhecimento científico, portanto, das asserções de conhecimento. Quanto maior a familiaridade com a construção do Vê, mais diferenciação se alcançará entre essas duas categorias.

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 didática que essas futuras docentes

---

podem lançar mão no planejamento de suas práticas em salas de aulas. Essa é uma dedução obtida a partir das fundamentações explicadas no início do artigo, pois a estrutura do Vê exige um alto grau de abstração e idealização, operações mentais que ainda não ocorrem de maneira amadurecida em crianças dos primeiros anos do Ensino Fundamental.

### Síntese teórico-empírica

Conforme mostrado, a abordagem desenvolvida efetivou uma integração entre a História da Ciência, as atividades experimentais, os conteúdos específicos de Ciências, e o Diagrama Vê ou Vê Epistemológico de Gowin.

Além dos materiais escritos coletados durante a realização das diversas atividades, temos outros indicadores qualitativos da validade dessa abordagem. Dentre eles, podemos citar: o grande envolvimento das alunas nas atividades e uma mudança de postura nas mesmas em relação à natureza do conhecimento científico. Embora essa inferência tenha aspectos subjetivos, está baseada nas observações de sala registradas no diário de campo, a partir das várias iniciativas demonstradas pelas alunas-professoras. Registrou-se tal envolvimento na forma de participação intensa nas atividades em sala de aula, nas contribuições durante a construção das questões-foco, uma vez que todas, sem exceção, realizaram a sequência da abordagem e construíram o seu próprio Vê.

Outro ponto que consideramos relevante é a ocorrência de alunas desenvolvendo projetos com os conteúdos de Ciências nos estágios supervisionados, indo de praticamente nenhum em anos anteriores para mais de uma dezena. Esse fato é indicador de quebra de preconceitos ou inseguranças por parte das alunas, conforme seus próprios relatos. Mesmo que ainda relativamente pequeno (aproximadamente 15%), consideramos um resultado efetivo, pois isso não havia ocorrido anteriormente no curso.

Durante a realização das atividades experimentais, a participação das alunas foi muito superior àquela, geralmente, apresentada em atividades anteriores. Poderíamos supor que isso apenas indica 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 históricos, como identificado nas asserções registradas.

O uso da História da Ciência apresentou pontos significativos. A análise dos Vês, construídos durante as atividades desenvolvidas no decorrer da investigação, permite inferir dedutivamente que o uso da História da Ciência causa alterações significativas nas concepções das alunas, em especial, sobre a natureza e dinâmica do conhecimento científico. As alunas que apresentavam, nos registros de conhecimentos prévios, visões muito deterministas e mesmo simplistas de conceitos científicos passaram, após o trabalho com os textos históricos, a apresentar visões mais críticas do conhecimento científico, demonstrando o entendimento da ocorrência de mudanças teórico-conceituais na Ciência ao longo do tempo.

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 as alunas tinham um discurso no 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, de fato, revejam suas concepções sobre Ciência, contribui sobremaneira. Os registros apresentados nos Vês mostram, claramente, para essa mudança nas noções e conceitos das alunas.

Assim, foi possível observar que a visão das alunas sobre a natureza do conhecimento científico foi sendo alterada ao longo do trabalho pedagógico. As alunas 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, conforme registro em diário de campo da pesquisa.

A sequência de atividades foi guiada a partir dos marcos históricos destacados na síntese e as alunas enunciaram e entenderam os problemas conceituais, durante as atividades, como os historicamente identificados. Isso ratifica observações, feitas por pesquisas anteriores, da ocorrência de um paralelo entre a construção do conhecimento individual e a construção coletiva e histórica do conhecimento.

O Diagrama Vê não se apresentou como um problema às alunas como por vezes imaginamos que pudesse acontecer. Ao contrário, após algumas dificuldades iniciais, a grande maioria demonstrou facilidade para construir ou explicar, quando solicitado, os registros do Diagrama. Algumas dificuldades como, por exemplo, a conhecida confusão na conceituação de teoria, princípios, hipóteses, foi superada por um acordo de uma enunciação geral dos conhecimentos prévios, ficando uma escolha pessoal essa diferenciação.

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, em 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 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 em que a pesquisa se realizou.

Como nosso objeto de estudo incluiu, além da análise das discussões de sala de aula, os registros escritos de todas as alunas, procurou-se interferir nas situações pedagógicas exatamente como ocorreria em outras situações, ou seja, procurou-se manter o ambiente educativo o mais próximo possível do que acontecia em outras aulas.

Outra preocupação foi com a escolha dos exemplares de Vê apresentados na análise, pois objetivamos fornecer aqueles de diferentes níveis de compreensão, que representassem a maioria dos casos ocorridos em sala de aula. Optamos por apresentar sempre as mesmas alunas para que se pudesse ter uma noção da evolução do pensamento dessas alunas, em função da atividade desenvolvida, respeitando a extensão do artigo e um número que consideramos significativo de exemplares.

Já a validação externa é um processo que envolve o autor e seus interlocutores acadêmicos. Ela 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 realizou em discussões em nossa área de pesquisa, envolvendo em especial, pesquisadores experientes em pesquisas em Ensino de Ciências e em disseminações em eventos nacionais de pesquisa da área de Ensino de Ciências.

Dentre as limitações que pudemos constatar para essa abordagem, destaca-se a dificuldade que professores formadores poderão ter para conseguir material e, a partir do qual, elaborar sínteses históricas de formação de conceitos e teorias. Além disso, temos o problema metodológico do uso desse material. Encontramos muitas vezes livros didáticos que, ao pretenderem uma abordagem histórica dos conteúdos de Ciências, abordam apenas datas, nomes e anedotas históricas, o que de forma nenhuma contribuirá para o ensino de Ciências. O despreparo para a realização de uma adaptação didática necessária a esse saber histórico também pode ser uma barreira para a formação do docente das séries iniciais.

Outro ponto que se apresenta como uma limitação para a aplicação desta abordagem na formação de professores, em sala de aula, é a necessidade de o professor-formador dominar a utilização do Diagrama Vê, material ainda pouco divulgado como instrumento facilitador da aprendizagem. Relatamos que, como em achados de outras pesquisas, a estabilidade conceitual dos registros emitidos pelas alunas deverá ser objeto de futuras pesquisas. Ainda ressalte-se que o uso duplo do Vê, como estruturador da sequência e como instrumento de tomada de dados, exigiu uma flexibilização em certas terminologias usadas na literatura. No entanto, a partir dos fundamentos de caracterização das asserções, foi possível conciliar essa flexibilização com a análise axiológica, considerando os cuidados metodológicos necessários.

Com relação ao uso de atividades experimentais, essas também podem ser consideradas uma dificuldade para o trabalho docente. Além da falta de segurança do aluno-professor em realizar atividades experimentais, temos a eventual falta de condições materiais e de assessoria 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.

Finalmente, não se configurando exatamente como limitação e sim como delimitação de seu alcance, destacamos o fato já citado da não existência de pesquisa semelhante na construção do tipo de amálgama epistemológico-pedagógico apresentado. Nossa pesquisa e proposta resultante têm o alcance possível demonstrado a partir de nossos achados, sob uma escolha teórico-metodológica explicitada. Como não nos é possível estabelecer paralelos pela inexistência de pesquisas semelhantes, cabe-nos ressaltar que possíveis aplicações em outras situações de formação de professores deverão ser feitas com os mesmos cuidados teórico-metodológicos. No âmbito das pesquisas gerais em saberes docentes, nossos resultados buscam contribuir na construção de um repertório docente rico e múltiplo nas possibilidades de soluções pedagógicas.

## Considerações finais

Uma das finalidades básicas da educação científica é criar condições para que os aprendizes adquiram uma compreensão adequada da natureza e da dinâmica da Ciência. Isso envolve compreender como se constrói e se desenvolve o conhecimento científico, os métodos

utilizados para validar este conhecimento, os valores implícitos ou explícitos nas atividades da comunidade científica, as contribuições deste tipo de conhecimento para a cultura e o progresso da sociedade, dentre outros. A elaboração dessa visão de Ciência pressupõe a existência de uma discussão histórico-epistemológica que permita compreender a complexidade da construção de fatos científicos e problematizar a concepção de que os fundamentos da Ciência são comuns e imutáveis.

A análise das atividades desenvolvidas demonstram que a estratégia didático-metodológica adotada, articulando a História da Ciência, com atividades experimentais e com a sua organização e registro por meio do Vê de Gowin, possibilita essa visão e, portanto, é um instrumento relevante a ser usado na formação de professores. Avaliamos que nossos achados indicam que essa abordagem auxilia, também, na compreensão da natureza e dinâmica do conhecimento científico. As alunas-professoras conseguiram, por meio dessa articulação, construir noções e conceitos científicos bem próximos daqueles da comunidade científica e contextualizar o desenvolvimento de seus conhecimentos por meio de paralelos com os estudos históricos a respeito da germinação.

Concordando com Matthews (1995), as associações dos conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua construção propiciaram que as alunas-professoras concebessem a Ciência como advinda de construções epistêmicas realizadas pela humanidade. Associado a isso, o uso do Vê para o registro das atividades de investigação demonstrou ser valioso como instrumento de avaliação no ensino científico, em especial nas atividades investigativas em sala de aula, nas quais está sempre presente a pergunta: O que significam esses eventos e/ou objetos que estão sendo produzidos/observados?

Finalmente, lembrando o que disseram Carvalho e Gil-Perez (1993), com pouca mudança nas licenciaturas desde então, a falta dessa compreensão epistêmica, na formação inicial do professor, é um dos principais fatores que fazem com que os professores “ensinem Ciências” baseando-se apenas em atividades de transmissão de um conteúdo pronto, imutável, com mais nada há a ser construído. Nesse sentido, a História da Ciência constitui-se em instrumento fundamental para um ensino reflexivo e crítico. Ela permite compreender os processos criativos do fazer científico. A interdisciplinaridade, que a História da Ciência favorece, permite discutir o caráter político da Ciência, um produto dinâmico do conhecimento humano advindo de um contexto cultural e histórico.

Ao investigar a formação de professores das séries iniciais para o trabalho com a disciplina de Ciências, observamos que as alunas tinham um discurso no qual a Ciência era vista como perfeita, como conhecimento acabado e incontestável. A articulação apresentada, nesse aspecto, mostrou resultados bastante promissores. A inclusão dessas discussões e práticas evidenciando o caráter racional e falível da Ciência, ressaltando em especial a forma investigativa com que os conceitos científicos foram historicamente elaborados, por meio do trabalho com textos históricos, mostra uma reestruturação dos conceitos apresentados pelas alunas. Essa mudança potencialmente se refletirá na ação docente de cada futuro professor, uma vez que concepções de ensino no pensamento docente não emergem descontextualizadas, mas sim vinculadas a outras que são relevantes na constituição da base epistemológica que sustenta as ações docentes. Assim, ao ter contato com essa visão da Ciência em sua formação inicial, esse futuro professor poderá mais facilmente compartilhar tal visão com seus alunos.

---

Acreditamos que, ao apresentar uma abordagem inovadora e fundamentada nos pressupostos histórico-epistemológicos e da Aprendizagem Significativa para a formação de professores das séries iniciais do Ensino Fundamental, trazemos elementos que colaboram e abrem uma perspectiva de continuidade e aprimoramento em pesquisas que articulem interdisciplinarmente os referenciais aqui elencados: História da Ciência, Vê epistemológico, Formação de professores e Ensino de Ciências.

## Agradecimentos

Agradecemos aos participantes e pareceristas do V Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências e do II Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, eventos nos quais outras versões menos extensas e com outros enfoques dessa mesma pesquisa foram comunicadas e enriquecidas para produzirmos o atual artigo. Agradecemos, ainda, aos pareceristas e editores da Revista RBPEC pelo processo crítico-construtivo estabelecido para a apresentação final dessa pesquisa.

## Referências

- ALARCÃO, I. (org). **Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão**. Porto: Porto Editora, 1996.
- BATISTA, I. L. Reconstruções histórico-filosóficas e a pesquisa interdisciplinar em educação científica e matemática. In: Batista, I.L.; Salvi, R. F. (Org.). **Pós-graduação em ensino de ciências e educação matemática: um perfil de pesquisas**. Londrina: Eduel, 2009.
- BATISTA, I. L. Reconstruções Histórico-Filosóficas e a pesquisa em Educação Científica e Matemática, in NARDI, R. (org.), **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, p. 257-272, 2007.
- BATISTA, I. L.; ARAMAN, E. M. O. Uma abordagem histórico-pedagógica para o ensino de Ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 8, nº 2, p. 466-489, 2009.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 1993.
- CARVALHO, A. M., VANNUCCHI, A. I., BARROS, M. A., GONÇALVES, M. E.; REY R. C. (1998). **Ciência no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.
- KAMII, C.; DEVRIES, R. **O conhecimento físico na educação pré-escolar: implicações da teoria de Piaget**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.
- CASTRO, R. S.; CARVALHO, A. M. P. 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.
- CUNHA, A. M. O. A mudança epistemológica de professores num contexto de educação continuada. **Ciência & Educação**, 7(2), p.235-248, 2001.
- 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.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, São Paulo, v.7, n.2, pp. 125-154, 2001.

GOWIN, D. B.; ALVAREZ, M. C. **The Art of Educating with V Diagrams**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 5ª 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.

LEDERMAN, N. G. Views of nature of science questionnaire (VNOS): toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

LÜDKE, M. ; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual da reaproximação. **Cadernos Catarinenses de Ensino de Física**. V. 12,(3), pp. 164-214, 1995.

MIZUKAMI, M. G. N. **Aprendizagem Profissional da Docência**. Saberes, Contextos e Práticas. São Carlos: UFSCar, 2002.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B., O ensino de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental: um estudo das influências das experiências docentes em sua prática de sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências** V.9, n. 01, 2006.

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.

MOREIRA, M.A.; BUCHWEITZ, B., **Novas estratégias de Ensino e Aprendizagem: mapas conceituais e o Vê epistemológico**. 1a. Ed. Lisboa: Plátano, 1993.

MORTON, A. G. **History of Botanical Science**. New York: Ed. Academic Press Inc. 1981.

RONAN, C.A. **História Ilustrada da Ciência**. São Paulo: Ed. Círculo 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.

SOUZA, S. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. de. Leituras na mediação escolar em aulas de Ciências: a fotossíntese em textos originais de cientistas. **Pro-posições**, São Paulo, v.12, n.1, 2001.

VALADARES, J. O ensino experimental das Ciências: do conceito à prática: Investigação/ação/reflexão. **Proformar online** n. 13, p. 5, jan. 2006.

**Recebido em janeiro de 2010, aceito em abril de 2011.**