



Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Bioquímica

Instituto de Ciências Básicas da Saúde

**Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da
Vida e Saúde**

**O USO DE ATIVIDADES DIDÁTICAS EXPERIMENTAIS COMO
INSTUMENTO NA MELHORIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM
ESTUDO DE CASO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

OXANA MARUCYA DEMCZUK

Porto Alegre, RS, Brasil

2007

O USO DE ATIVIDADES DIDÁTICAS EXPERIMENTAIS COMO INSTRUMENTO NA MELHORIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM ESTUDO DE CASO

POR

OXANA MARUCYA DEMCZUK

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS - RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências**.

Orientador: Élgion Lúcio da Silva Loreto

PORTO ALEGRE, RS, BRASIL

2007

DEDICO ESTE TRABALHO À MINHA MÃE,
PESSOA MAIS FORTE QUE CONHEÇO, QUE SEMPRE
ORGULHOU-SE DO QUE REALMENTE SOU, E QUE NOS
MOMENTOS MAIS DIFÍCEIS ME FEZ
SEGUIR ADIANTE.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, que sempre me mostrou que devemos ser fortes e persistentes. Mãe, você é um exemplo de força e coragem!

À minha irmã Leda, bióloga de profissão e de coração, que sempre me pedia pra ficar um pouco mais, mesmo sabendo que "o dever me chamava".

À minha irmã Milena, que mesmo estando tão longe nunca deixou de acreditar em meu potencial.

Ao meu irmão Paulo, que não está mais fisicamente entre nós, mas que me protege lá do céu.

Aos meus sobrinhos Lettycia, Julyanna e Lucas, que na verdade nunca entenderam o real motivo de tanta ausência minha, mas que me amaram incondicionalmente.

Ao meu orientador, professor Élgion L. da Silva Loreto. Pessoa que sempre me apoiou em todas as etapas do meu trabalho e que sempre teve muita paciência e sutileza em sanar as minhas dúvidas, mesmo as mais ingênuas e infundadas.

Ao pessoal do Labdros, que apesar de não trabalharem na mesma área, se mostraram amigos pacientes e companheiros. Obrigado por cederem o espaço de vocês.

À professora Lenira Sepel, pelas valiosas dicas ao longo de todo o trabalho.

À professora Mary Ângela Leivas Amorim, pelas bibliografias recomendadas.

Aos alunos da turma 52 da Escola José Otão, ano de 2005. Graças a vocês esta pesquisa tornou-se possível.

À minha grande amiga Jane, pelo companheirismo e amizade.

À pessoa que talvez mais me entenda neste mundo: Jociano. Você me mostrou que podemos ser melhores. Obrigada por me apoiar e me ouvir. Mesmo nos momentos mais turbulentos, eu tive certeza que você acreditava em mim.

À Cléia Bueno, do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, pela presteza dispensada ao longo destes dois anos de convivência.

Ao Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, que possibilitou a realização deste trabalho.

Este trabalho foi realizado com recursos da CAPES.

"Tão importante quanto o que se ensina e se aprende é como se ensina e como se aprende".(César Coll)

Sumário

1. Introdução	01
1.1 As atividades didáticas experimentais – considerações gerais	01
1.2 O que se espera dos trabalhos práticos?	02
1.3 Uma breve revisão bibliográfica.....	03
1.3.1 Aspectos gerais	03
1.3.2 Caracterização das atividades de laboratório	05
1.3.3 Nível de investigação em trabalhos práticos de laboratório	07
1.3.4 Implicações para a educação	08
1.4 As concepções trazidas pelos alunos – Considerações gerais	10
1.5 Erro/ concepção espontânea – Que relação possuem?	11
1.6 Para que conhecer as concepções espontâneas?	12
1.7 Os valores sociais das concepções espontâneas	13
1.8 Mudança conceitual: um processo a longo prazo	14
1.9 Alguns pressupostos básicos para mudança conceitual	16
2. Trabalho aceito para publicação	18
2.1 Investigação das concepções espontâneas referentes à ciclo de vida e sua implicações para o ensino nas séries iniciais	18
3. Trabalho submetido para publicação	39
3.1 A utilização de atividades didáticas experimentais no ensino de botânica no Ensino Fundamental como ferramenta para mudanças conceituais.....	39
4. Conclusões.....	60
5. Referências Bibliográficas	64

1. Introdução

1.1 As atividades didáticas experimentais – considerações gerais

Sem dúvida, no ensino de Ciências, o trabalho prático, e em particular, as atividades de laboratório constituem, ou deveriam constituir um eixo diferencial próprio. Já se passaram mais de trezentos anos que John Locke propôs a necessidade de os estudantes realizarem trabalhos práticos ao longo de sua vida escolar, e ao final do século XIX, as atividades práticas já faziam parte integral dos currículos de ciências na Inglaterra e nos Estados Unidos (Barberá & Valdés, 1996).

Segundo Hodson (1994), existem várias razões para que os estudantes participem de atividades práticas, tais como a estimulação por meio do ensino de técnicas e a intensificação da aprendizagem dos conteúdos científicos. Segundo o autor, estudantes de todas as idades valorizam o desafio cognitivo das atividades experimentais. Desafio este, que não pode ser tão difícil a ponto que não permita sua compreensão. Eles devem ter objetivos e metodologias acessíveis que permitam relacionar a teoria e a prática e que explorem as idéias dos estudantes para que sejam postas em questão e constatadas através da experiência. Outro aspecto importante consiste em oferecer uma visão do trabalho científico não indutivo, promovendo a resolução de problemas próximos ao interesse do aluno.

Pesquisas revelam, entretanto, que muitos professores apresentam uma visão simplista da utilização das atividades didáticas experimentais, afirmando ser possível “comprovar a teoria no laboratório”, ou que a partir do laboratório se possa chegar à teoria.

Desta forma, pode-se considerar que o trabalho pouco contribuirá para uma aprendizagem significativa (Zanon & Silva, 2000).

Muitas vezes, quando realizadas, as atividades experimentais têm como objetivo verificar conceitos já estudados, se tornando meramente uma coleta de dados sem levar em conta a interpretação dos resultados. Em muitos casos, os estudantes realizam os experimentos sem terem idéia clara do que estão fazendo e não vêem na experimentação um processo de construção do conhecimento. Assim, a atividade não caracteriza um processo investigativo.

Uma prática de laboratório que pretende aproximar-se de uma investigação tem que deixar de ser um trabalho exclusivamente técnico, em que o aluno somente realiza procedimentos semelhantes a “receitas de bolo”. Ao contrário, deve integrar muitos outros aspectos da atividade científica, como por exemplo: i) favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas, e que devem dar sentido ao seu estudo (contextualização); ii) formular perguntas operativas e válidas sobre o que se busca, dando especial importância a elaboração de “memórias científicas” que reflitam o trabalho e possam servir de base para ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica. (Pérez & Castro, 1996). Desta maneira, as atividades experimentais permitirão que os alunos se familiarizem com a riqueza da atividade científica.

1.2 O que se espera dos trabalhos práticos?

Desde o ponto de vista construtivista, um papel atrativo para as atividades experimentais seria a sua capacidade de promover a mudança conceitual, modificando as crenças superficiais por enfoques científicos mais “sofisticados” sobre os fenômenos naturais.

Para muitos estudantes, os objetivos dos trabalhos práticos são a aprendizagem de técnicas experimentais e o reforço das aulas teóricas. Os estudantes dão grande importância ao fato de que as atividades práticas proporcionam uma maior autonomia e um contato menos formal e mais estreito com os seus docentes.

Acredita-se que o uso da experimentação como recurso didático pode ser visto como uma oportunidade de estímulo para a aprendizagem dos alunos, tendo em vista a compreensão de que o conhecimento é construído pelo aluno, a partir de atuações concretas e reflexivas deste sobre os conteúdos curriculares que lhe são apresentados.

1.3 Uma breve revisão bibliográfica

1.3.1 Aspectos gerais

Ao falarmos de atividades de laboratório não fazemos referência ao uso de uma metodologia concreta, mas sim de um repertório variado de atividades que têm algumas características em comum (Del Carmen, 2000):

- São realizadas pelos alunos com uma parcela variável de participação na sua elaboração e execução;

- Implicam o uso de procedimentos científicos de diferentes características (observação, formulação de hipóteses, realização de experiências, técnicas manipulativas, elaboração de conclusões, etc), e com diferentes níveis de aproximação em relação ao nível dos alunos;
- Requerem o uso de um material específico, semelhante ao usado pelos cientistas, onde às vezes é simplificado para facilitar seu uso pelos alunos;
- Com freqüência são realizadas em um ambiente diferente da sala de aula (laboratório ou campo);
- Apresentam certos riscos, já que a manipulação do material ou a realização das práticas aumenta o perigo de acidentes, sendo necessário adotar medidas específicas para reduzi-los ao máximo;
- E como conseqüência de todas as afirmações anteriores, são mais complexas de organizar que as atividades habituais em aula, nas quais os alunos se limitam a escutar, ler ou resolver exercícios de papel e lápis.

A importância deste tipo de atividade para o ensino de Ciências tem sido destacada insistentemente por vários autores, visto que:

- São ferramentas importantes para a compreensão das formulações teóricas da Ciência e do desenvolvimento científico por parte dos alunos;
- Facilitam a compreensão de como se elabora o conhecimento científico e seu significado;
- São insubstituíveis para o ensino e aprendizagem de procedimentos científicos;

- Podem ser uma base sólida para o desenvolvimento de algumas atitudes fundamentais relacionadas com o conhecimento científico (curiosidade, confiança em seus próprios recursos, criticidade, etc) (Del Carmen, 2000).

1.3.2 Caracterização das atividades de laboratório

A caracterização das atividades de laboratório pode ser realizada a partir de diferentes dimensões. Dentre as muitas classificações propostas por diferentes autores, foram selecionadas algumas de especial interesse (Tamir & García Rovira, 1992).

O *inventário de dimensões para avaliar o trabalho prático* (LDI: “The laboratory dimensions inventory) analisa oito dimensões expressas em forma de perguntas”:

Tabela 1: Dimensões avaliativas dos trabalhos práticos.

1. Dimensão social	<ul style="list-style-type: none"> • Os estudantes trabalham individualmente ou em grupos? • Discutem os dados depois da prática? • Estabelecem relações com aplicações sociais?
2. Conhecimentos prévios	<ul style="list-style-type: none"> • Que conhecimentos são necessários para poder realizar adequadamente um trabalho prático? • Possuem as habilidades técnicas necessárias para sua realização?

Tabela 1: Dimensões avaliativas dos trabalhos práticos

3. Relação com a teoria	<ul style="list-style-type: none"> • É considerado que a teoria é básica para realizar a investigação? • É necessário encontrar uma explicação teórica para as hipóteses? • É pedido aos alunos que relacionem as conclusões com a teoria?
4. Obtenção de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Como se obtêm os dados? Observações, indicadores, aparatos...
5. Complexidade dos instrumentos	<ul style="list-style-type: none"> • A complexidade dos instrumentos é adequada para a finalidade que se busca?
6. Análises de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Que tipo de análise se pede? • Os alunos são orientados sobre a forma mais idônea de se expressar, apresentar e comunicar os dados?
7. Tempo	<ul style="list-style-type: none"> • O tempo necessário para realizar o trabalho prático justifica a sua realização? • É compatível com a distribuição do horário das aulas?
8. Aprendizagem dos conceitos	<ul style="list-style-type: none"> • O trabalho prático está planejado para ensinar um conceito importante? • Ajuda a superar as idéias prévias dos alunos e aproximá-los dos conceitos científicos trabalhados?

1.3.3 Nível de investigação em trabalhos práticos de laboratório

Considera-se que uma atividade prática situa-se em um nível 0 (zero) de indagação se a pergunta formulada, o método para resolvê-la e a resposta à mesma vêm já determinados. Neste caso, a única atitude que deve ser tomada pelo aluno é seguir as instruções corretamente e comprovar que os resultados sejam corretos. No nível 1 é oferecida a pergunta e o método e o aluno deve averiguar o resultado. No nível 2 se planeja a pergunta e o aluno deve encontrar o método e a resposta. Finalmente, no nível 3, se apresenta um fenômeno ou situação e o aluno deve formular uma pergunta adequada e encontrar um método e uma resposta para a mesma (Del Carmen, 2000).

Tabela 2: Níveis de questionamento e desenvolvimento de hipóteses para os trabalhos práticos.

Nível	Problema	Desenvolvimento	Resposta
0	Definido	Definido	Definida
1	Definido	Definido	Aberta
2	Definido	Aberto	Aberta
3	Aberto	Aberto	Aberta

1.3.4 Implicações para a educação

Considerando-se que a função do experimento é, dentre outras, fazer com que a teoria se adapte à realidade, poderíamos pensar que como atividade educacional isso poderia ser feito em vários níveis, dependendo do conteúdo, da metodologia adotada ou dos objetivos que se quer com a atividade. A figura abaixo procura ilustrar o que se quer dizer (Arruda & Laburú, 1998).

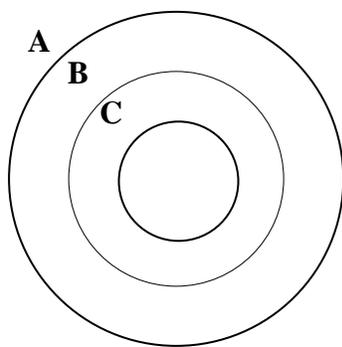


Figura 1- Níveis de envolvimento do aluno com as atividades experimentais. A representa um baixo nível de envolvimento, B representa uma melhor interação e C representa um total envolvimento do aluno com as atividades experimentais.

Os círculos indicam níveis possíveis de contato do aluno com a atividade experimental. Quanto mais interior o círculo, tanto maior é a interação entre o aluno e o experimento e maior poderia ser sua visão do ajuste entre a teoria em questão e a realidade.

No primeiro nível (A), teríamos uma relação fraca, um primeiro contato do aluno com equipamentos e “experimentos científicos”, do tipo demonstrativo. O objetivo principal

dessa atividade seria atingir um grande número de alunos através da realização de experimentos interessantes que despertassem a atenção do aluno para a Ciência. No segundo nível (B), a interação do aluno com o experimento é mais intensa. Ele já manipula o equipamento, tira os dados e analisa, como numa *aula de laboratório* usual. É uma atividade mais demorada de e que exige mais dedicação por parte do aluno, ao mesmo tempo em que ele tem maior oportunidade de perceber a relação entre a teoria e a realidade, via experimento. No terceiro nível (C) o aluno constrói o equipamento ou utiliza equipamentos disponíveis para realizar experimentos mais sofisticados. A sua interação com o laboratório agora já é de uma razoável familiaridade com a atividade experimental e com os equipamentos do laboratório. Ele já está preparado para repassar para os seus colegas a sua experiência e o que aprendeu sobre a experimentação.

Entendemos que a atividade com alunos da escola fundamental e média poderia começar no nível A e à medida que o interesse fosse sendo despertado o aluno iria gradualmente atingindo níveis cada vez mais interiores. De A para C haveria naturalmente uma diminuição do número de alunos envolvidos. Haveria também uma preocupação cada vez maior por parte do professor com o aspecto cognitivo da atividade, pois mesmo a construção de equipamentos pode ser realizada como uma receita. Nesta situação o aluno constrói sem saber exatamente o que fez ou porque aquilo funciona daquela maneira ou qual o significado e importância do experimento. De certa forma, o caminho de A para C é uma espécie de *processo de filtragem*, por onde só os estudantes que realmente se interessam pela ciência teriam interesse em passar.

1.4 As concepções espontâneas trazidas pelos alunos – Considerações gerais

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele já sabe e baseie nisso os seus ensinamentos “.

Ausubel et al (1980: Folha de rosto)

As idéias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem, já que essa só é possível a partir do que o aluno já conhece (Driver *et al*, 1985).

Os sujeitos interiorizam sua experiência cotidiana de uma forma própria e constroem seus próprios significados sobre os mais variados fenômenos. Estas idéias pessoais são influenciadas pela maneira de adquirir a informação. Tais idéias, muitas vezes, podem parecer incoerentes - “cientificamente incorretas” e ainda, podem manter diferentes concepções sobre um determinado fenômeno.

Segundo Mortimer (2000) pode-se tentar definir o perfil conceitual como um sistema supra-individual de formas de pensamento que pode ser atribuído a qualquer indivíduo dentro de uma mesma cultura. Apesar de cada indivíduo possuir um perfil diferente, as categorias pelas quais ele é traçado são as mesmas para cada conceito. A noção de perfil conceitual é, portanto, dependente do contexto, uma vez que é fortemente influenciada

pelas experiências distintas de cada indivíduo, e dependente do conteúdo, já que, para cada conceito em particular, tem-se um perfil conceitual diferente.

1.5 Erro/ concepção espontânea – Que relação possuem?

Situando-nos na perspectiva bachelardiana, as concepções espontâneas, como todo conhecimento, ainda que sejam idéias que se precipitam do real, ainda que erradas, são condição necessária ao desenvolvimento cognitivo e a aquisição do saber racional. As concepções são interessantes pelos “erros” que elas põem em evidência. Esses erros não correspondem apenas a um acidente de percurso, não se devem unicamente ao que é exterior ao saber, mas também aparecem pela “própria ação do conhecimento”. Assim sendo, o erro constitui um ponto de partida, pois a construção do conhecimento científico não parte do zero, choca-se com um saber usual, evidente e preexistente, que determina outros tantos obstáculos ao seu acesso. (Giordan & De Vecchi, 1996).

Segundo Santos (1991), o erro fundamenta posições como:

- Que a investigação em Educação em Ciências olhe as concepções espontâneas como uma das variáveis mais significativas do seu campo de investigação;
- Que educadores coloquem as concepções alternativas no centro do problema da aprendizagem das Ciências e que sustentem que ignorá-las é uma das principais causas da ineficácia da ação educativa;
- Que na perspectiva construtivista se atribua às concepções espontâneas uma conotação positiva, ou seja, que sejam entendidas como uma condição necessária à construção do conhecimento científico.

1.6 Para que conhecer as concepções espontâneas?

A principal importância de se conhecer as concepções espontâneas, estaria no fato de poder “atacá-las” de modo direto mediante experiências que entrem em conflito com as expectativas, de maneira a obrigar os estudantes a reconsiderá-las. Sabendo-se as tendências gerais do pensamento, é possível melhor planejar as atividades e melhorar a comunicação interna na sala de aula.

Segundo Millar (1989), a aprendizagem é um produto da interação entre as concepções preexistentes e novas experiências. As estratégias de ensino baseadas nesse modelo definiriam como passos de um processo de instrução o ato de explicitar as idéias prévias, o de clareá-las, através de trocas e discussões em grupos, a exposição dessas idéias a situações de conflito e a construção de novas idéias, e, finalmente, a revisão do processo no entendimento, através da comparação entre as idéias prévias e as recém formadas. Durante todo o processo, é importante proporcionar ocasiões em que as idéias dos alunos sejam postas em questão. Introduzir situações discrepantes ocasionando um conflito conceitual. Também, estimular a formação de um conjunto de esquemas conceituais (para que os estudantes dêem sentido às coisas por si próprios), estando ativamente implicados a refletir seu próprio pensamento.

1.7 Os valores sociais das concepções espontâneas

O foco tradicional de interesse dos pesquisadores educacionais tem girado em torno do processo de ensino e de aprendizagem. Segundo Santos (2002), muitos esforços têm sido dirigidos para investigar as concepções dos estudantes, considerando-as relevantes para elaboração de estratégias de ensino “mais eficazes”. Nestes casos, muitos autores assumem que existe um conjunto coerente e definido de conhecimentos científicos que os estudantes têm de aprender. Além disso, desconsidera-se comumente a influência dos agentes de divulgação, como se eles não influenciassem o conteúdo da informação.

Segundo Bizzo (1994) essas premissas são bastante discutíveis a partir de uma perspectiva sociocultural. Em vez de olhar para as habilidades dos estudantes e do professor, o esforço deve ser feito para compreender os múltiplos significados do resultado da interação entre as crianças e os adultos. A construção do conhecimento em sala de aula seria um processo social, no qual estão envolvidos igualmente professores e estudantes. Diversas fontes de informação poderiam influenciar o processo de ensino-aprendizagem, como revistas populares, meios de comunicação diversos, livros escolares, jornais... Alguns conceitos importantes, como evolução, adaptação e competição, podem ter diferentes significados dependendo da referência consultada, assim como alguns conceitos e fatos podem ter diversas versões.

A re-conceptualização social do conhecimento seria o processo pelo qual as teorias científicas se enriquecem de novos significados à medida que transpõem os limites da produção e divulgação de conhecimento. Uma das características desse processo é que

algumas “idéias erradas” possuiriam uma estrutura teórica coerente, justificando inclusive crenças e valores sociais.

1.8 Mudança conceitual: um processo a longo prazo

Posner *et al* (1982) propuseram o *modelo de mudança conceitual*, pressupondo que a aprendizagem de conceitos seria análoga às revoluções científicas, como preconizado por Kuhn. Os autores consideraram que os conceitos mais organizadores do pensamento poderiam sofrer uma grande mudança sempre que um novo conceito fosse julgado mais inteligível, plausível e fértil do que o outro.

Essa mudança conceitual ocorreria em função de um conflito cognitivo, ou seja, quando um estudante percebesse que suas idéias não explicavam dados empíricos, evidências ou fenômenos propostos em atividades didáticas, por exemplo. Nesse momento, insatisfeito com suas próprias idéias, o estudante aceitaria uma nova explicação mais abrangente que estivesse sendo apresentada. Isto implica (ou implicaria) em entender o aprendizado como um processo racional no qual o aprendiz reconheceria suas próprias explicações e conseguiria distingui-las das científicas. Essa ênfase dada à racionalidade presente em um primeiro momento da concepção do modelo de mudança conceitual foi posteriormente revista, quando também foram considerados como importantes a motivação do aprendiz e os seus valores (Strike & Posner, 1992).

Outro aspecto importante do modelo de mudança conceitual é a promoção de conflitos cognitivos como alavanca para reestruturação das idéias do indivíduo.

Uma das características necessárias para que haja conflito cognitivo é que os estudantes conheçam suas explicações e se sintam insatisfeitos com elas, e que segundo Posner *et al* (1982), a acomodação de novos conceitos eliminaria ou substituiria completamente as explicações até então aceitas. Desmastes *et al*(1996) mostraram que algumas vezes isto poderia acontecer. Entretanto, a mudança total das concepções espontâneas não é o único modelo de reorganização dos conceitos. Nussbaum (1989) e Metz (1991) já haviam discutido a possibilidade de construção de concepções competitivas, ou retenção de concepções prévias (Clough & Driver, 1986). A presença de mudanças apresentadas gradualmente implica entender que o aprendiz está alternando sutilmente suas concepções e que, portanto, a mudança conceitual pode ser lenta e gradual. Isto não significa que cada estudante possua um modelo específico para reestruturação. Os conceitos podem ser apreendidos na rede por uma grande variedade de modos.

A maior parte das pesquisas realizadas até esse momento se valeu do modelo de mudança conceitual para respaldar a elaboração de seqüências didáticas utilizadas em sala de aula. A crítica que se faz ao modelo diz respeito à racionalidade imbuída nele: o aprendiz deve perceber que sua própria explicação é menos inteligível, plausível e fértil que a explicação científica. Estando insatisfeito, o sujeito aceitaria o conceito ou a teoria científica apresentada na escola, reorganizando sua rede conceitual, ou seja, abandonaria suas explicações cotidianas.

1.9 Alguns pressupostos básicos para a mudança conceitual

De acordo com Santos (1991), os modelos de troca conceitual focalizam a atenção nas representações dos alunos que, a princípio, são inconsistentes e logo irreconciliáveis com os conceitos científicos a aprender. Preconizam, portanto, que é necessário, a priori, chamar a atenção a fim de promover a desorganização estrutural de tais concepções, na qual é necessário iniciar-se com uma crítica ao próprio pensamento. Assim, para tais modelos, o novo não é construído do prolongamento do familiar, mas a partir de uma retificação deste. Não é por incorporação de novos elementos que os alunos constroem os conceitos, é, pelo contrário, a desorganização estrutural que abre caminho à reorganização estrutural – à troca das concepções pessoais dos alunos por conceitos científicos que, posteriormente, se reconciliam com as estruturas conceituais já existentes.

As concepções espontâneas podem modificar-se ou coexistir com conceitos científicos, mas dificilmente desaparecem completamente. Frequentemente deixam aderências parasitárias. O modelo de aprendizagem mais apropriado com o desaparecimento de tais concepções é o da mudança conceitual.

Segundo Posner *et al* (1982), a partir dos estudos de Toulmin (1977) sobre a Filosofia da Ciência, postula quatro importantes condições para que tenha lugar a reconstrução racional por mudança conceitual:

- a) *Insatisfação relativamente às concepções existentes* – A principal fonte de insatisfação são as incoerências. De fato, é razoável supor que antes que tenha lugar uma mudança radical de concepções, o sujeito necessite acumular “quebra-

cabeças” não solucionados que o façam perder a confiança nas suas concepções espontâneas. Face a uma incoerência profunda várias alternativas são possíveis:

- rejeitar a teoria subjacente à observação;

- considerar os dados experimentais irrelevantes;

- compartimentalizar o conhecimento admitido, por exemplo, que a Ciência não tem nada a ver com o mundo real;

- tentar integrar a nova informação nas concepções existentes.

b) *Inteligibilidade da nova concepção* – Para ser inteligível a nova concepção deve ser passível de representação coerente por parte do aluno. Tal inteligibilidade requer a compreensão dos termos e símbolos componentes da concepção, mas requer, sobretudo, a compreensão das relações entre eles. O uso adequado de analogias e metáforas pode, por exemplo, facilitar a inteligibilidade de uma idéia.

c) *Plausibilidade da nova concepção* – A plausibilidade tem a ver com a possibilidade que tem uma concepção de ser racionalmente incorporada pelo aluno sem pôr em causa a sua concepção do mundo. Depende, entre outras coisas, de crenças metafísicas, religiosas ou de crenças sobre relações entre ciência e senso comum. A plausibilidade aumenta, se as novas concepções tiverem capacidade para solucionar problemas não solucionados pelas concepções existentes. É porém difícil aceitar uma nova concepção se ela não for conciliável com o “perfil intelectual” existente.

d) *Fecundidade da nova concepção* – A nova concepção apresentar-se-á como prometedora se puder resolver novos problemas, se permitir novas abordagens. Deve, pois, revelar-se útil para algum propósito. Se o sujeito estiver consciente da inteligibilidade e plausibilidade da nova concepção, mesmo que ela não resolva todas as anomalias da sua antecessora, deve dar esperanças de levar a novos “insights”, a novas descobertas, à possibilidade de interpretar experiências com ela...

2. Trabalho publicado

Obs: Artigo publicado – “Revista Eletrônica Enseñanza de las Ciencias”

2.1 Investigação das concepções espontâneas referentes a ciclo de vida e suas implicações para o ensino nas séries iniciais.

Oxana Marucya Demczuk¹, Lenira Maria Nunes Sepel² e Elgion Lucio Silva Loreto^{1,2}

¹PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: oxanademczuk@yahoo.com.br

^{1,2}Departamento de Biologia, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil & PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: elgion@base.ufsm.br ²Departamento de Biologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail:

lsepel@base.ufsm.br

Resumo: Este artigo relata a investigação das concepções espontâneas sobre ciclo de vida e metamorfose, com uma amostra de 54 alunos de pré-escola, segunda e quarta séries do Ensino Fundamental que foram expostos a observar e descrever culturas de *Drosophila melanogaster*. Apresentamos também uma proposta didática (que pode ser acessada em www.ufsm.br/labdros/links/cultdros.pdf) para se trabalhar o conceito de ciclo de vida com perspectivas tradicional e construtivista já nas séries iniciais do Ensino Fundamental, onde alunos de diferentes idades e fases do desenvolvimento trazem uma gama de explicações valiosas sobre este tema. Muitos alunos acreditam que os seres vivos passam por diversas etapas, desde o nascimento até a fase adulta, compreendendo, assim, o conceito de metamorfose, presente neste estudo que utilizou insetos que passam por este processo. Outros, por sua vez, acreditam fielmente que os seres vivos podem surgir da “matéria inanimada” como, por exemplo, surgir da “comida” ou da “sujeira”.

Palavras chave: concepções espontâneas, proposta didática, ciclo de vida.

Title: Investigations of the spontaneous conceptions about life cycle and its implications for education in initial series of Basic Education

Abstract: *This article describe the investigation about the spontaneous conceptions on life cycle and metamorphosis, with a sample of 54 pupils of preschool, second and fourth series of Basic Education that had been displayed to observe and to describe cultures of Drosophila melanogaster. We also present a didactic proposal (available in www.ufsm.br/labdros/links/cultdros.pdf) to work the concept of life cycle with traditional and constructivist perspectives already in the initial series of Basic Education, where pupils of different ages and phases of the development bring a gamma of valuable explanations on this subject. Many pupils believe that the living creature pass for diverse stages, since the birth until the adult phase, understanding, thus, the concept of metamorphosis, observed in this study that used insects that pass for this process. Others, in turn, believe faithful that the living creature can appear of the "inanimate substance" as, for example, appear of the "food" or from the "dirt".*

Key words: spontaneous conceptions, proposal didactic, life cycle.

Introdução

Na última década muitas pesquisas vêm sendo feitas, em vários países, sobre o conhecimento que os alunos trazem para a sala de aula antes do ensino formal. Essas idéias foram denominadas, “conhecimento espontâneo, *misconceptions* ou concepções alternativas” Bizzo (1998). Várias técnicas foram aplicadas para que se pudesse avaliar a real noção que os alunos possuem sobre o mundo em que vivem antes dos professores iniciarem o processo formal de ensino. Especificamente, com relação ao ensino de

Ciências, acredita-se que “a conservação do conhecimento cotidiano nas conceptualizações dos aprendizes, após um período de aprendizagem escolar, tem sido entendida como dificuldade de aprender conceitos científicos” Santos (2005).

Driver *et al.* (1996), defendem o fato de que mesmo depois do ensino que está sendo aplicado, os estudantes podem não modificar suas idéias, pois eles podem ignorar os conceitos apresentados ou interpretar esse conhecimento, de acordo com suas idéias prévias. Defendem também que os alunos precisam de ocasiões em que ponham em prática seu conhecimento em Ciências em situações que criem resultados discrepantes para que haja o conflito conceitual, levando o aluno a uma insatisfação com suas idéias e incentivando neles a necessidade de modificá-las.

Já Mortimer (2000) relata que a construção de novos conceitos não pressupõe o abandono das concepções prévias, mas a tomada de consciência do contexto em que elas são aplicáveis. O objetivo do ensino torna-se, portanto, a evolução de um perfil conceitual, através da construção de novas zonas (etapas) desse perfil e da tomada de consciência do domínio onde cada idéia é aplicável.

Muitos outros pesquisadores na linha de estudos em concepções espontâneas investigaram situações em que as idéias dos alunos foram colocadas em prova. Pombo & Duch (1984), por exemplo, investigaram como uma turma de 74 estudantes de magistério entende o processo de fotossíntese, e a constante relação que os estudantes fazem entre a fotossíntese e a respiração dos animais. Já Driver, Guesne & Tiberghien (1985) investigaram como o processo de aprendizagem afeta as idéias prévias de crianças de diferentes idades e se estas idéias podem ou não ser modificadas.

Quando um estudante manifesta conceitos contraditórios, um aspecto importante é colocado em jogo: estas idéias podem ser estáveis, de maneira que a mudança de uma delas requeira a modificação da estrutura da organização do conhecimento, e não somente um elemento dela mesma. A simples exposição da discrepância não implica necessariamente a estruturação das idéias dos estudantes, ela requer tempo e circunstâncias favoráveis (Driver, Guesne & Tiberghien, 1985).

Segundo Ausubel, Novak & Hanesian (1980), a aprendizagem significativa caracteriza-se por um novo material a ser incorporado de forma substantiva (não literal), não isolada e não aleatória a um corpo de conhecimento com o qual o aluno já está familiarizado (uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição...). Exige a existência de conceitos prévios relevantes, uma predisposição do aluno para estabelecer relações significativas e um material a aprender potencialmente significativo.

Para ajudar os estudantes a levar a cabo a reestruturação de seu pensamento acerca de vários aspectos relacionados com o mundo, o ensino de Ciências pode desenvolver um importante papel para proporcionar aos alunos uma ampla mostra de experiências. Isso pode fazer com que os estudantes passem a refletir mais sobre suas interpretações, abrindo um novo horizonte de conhecimento e incentivando-os à constante pesquisa, em busca de novas idéias sobre o mundo em que vivem.

Salienta-se então a importância de valorizar as concepções espontâneas trazidas pelos alunos. Instiga-se a que se investigue o que o aluno já sabe, para cada campo de estudos, e que se procure conhecer até que ponto tais conhecimentos estão diferenciados e que a partir dali se planeje o ensino.

No presente trabalho, investigamos as concepções espontâneas sobre ciclo de vida, onde os alunos de diferentes idades e fases do desenvolvimento trazem uma gama de explicações valiosas.

Este artigo apresenta as noções dos estudantes de uma amostra de 54 alunos de pré-escola, segunda e quarta séries do Ensino Fundamental de uma escola pública de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, sobre aspectos do ciclo de vida de moscas da espécie *Drosophila melanogaster*. A investigação das concepções espontâneas foi realizada através da análise dos registros e depoimentos produzidos pelos alunos, durante o período de observação do material *in vivo*.

Metodologia da pesquisa

A presente pesquisa foi realizada no período de 01/07/05 a 14/07/05 com três turmas dos anos iniciais do Ensino Fundamental da Escola Estadual de Educação Básica Irmão José Otão, em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Esta escola localiza-se na periferia da cidade e a maioria dos alunos pertence a famílias de baixa renda.

As turmas analisadas eram de pré-escola, segunda e quarta séries, e tinham respectivamente, 20, 20 e 14 alunos.

A turma da pré-escola era formada por 9 meninas e 11 meninos com idades entre 5 e 6 anos. A turma de segunda série era composta por 12 meninos e 8 meninas com idades entre 7 e 8 anos. Nenhum aluno era repetente. A quarta série tinha 9 meninos e 5 meninas. Destes 14 alunos, 13 estavam em idades entre 9 a 10 anos e 1 aluna tinha 12 anos, sendo, portanto, repetente.

O objetivo desta atividade foi proporcionar aos alunos situações que permitissem o acompanhamento do ciclo de vida de *Drosophila*, com registro das observações e descrições de como esse ciclo ocorre. Também foram coletados dados a respeito das idéias que os alunos tinham ao observarem as diferentes estruturas e formas que se apresentavam no material em observação ao longo dos quatorze dias da atividade.

Para o experimento em questão foram utilizadas culturas de moscas *Drosophila melanogaster*, cultivadas em meio à base de farinha de milho. Os procedimentos da cultura são os mesmos empregados em experimentos de pesquisa e ensino em genética. Salientamos, entretanto que para realizar uma atividade didática com esses organismos, como a aqui relatada, os procedimentos para obtenção e cultivo desses insetos, são extremamente simples e podem ser encontrados em: www.ufsm.br/labdros/links/cultdros.pdf.

O delineamento experimental e atividades desenvolvidas são apresentados na tabela 1.

Dias de observação	Atividades	Material biológico disponível	Observações possíveis	Perguntas realizadas
01/07/05 (1ª observação)	Observação do frasco contendo o meio de cultura e as moscas adultas; Desenhar o que foi observado; Descrever o que foi visualizado; Abrir o vidro e soltar as moscas.	Moscas em estágio adulto	Moscas em estágio adulto, estruturas claramente visíveis: asas, antenas, olhos vermelhos, três pares de patas, depois que as abdores com listras; moscas saíram?	O que você está vendo? O que tem no vidro? Ficou algo no vidro? Moscas liberadas no ambiente.

05/07/05 (2ª observação)	Observação do frasco de cultura; Desenhar o observado. Descrever o que está visualizando	Larvas em movimento, principalmente subindo pelas paredes do frasco de cultura.	O que vocês estão vendo? O que é "isso"? De onde veio "isso"?
11/07/05 (3ª observação)	Observação do frasco de cultura. Desenhar o observado. Descrever o que está visualizando	Pupas com colorações variáveis, de marrom claro (pupas recém-formadas) a pretas), presas principalmente na parede do frasco; Presença do par de espiráculos nas pupas	O que vocês estão vendo? O que é isso"? De onde veio "isso"? (pupas recém-formadas) a pretas), presas principalmente na parede do frasco; Presença do par de espiráculos nas pupas
14/07/05 (4ª observação)	Observação do frasco de cultura. Desenhar o observado. Descrever o que está visualizando	Moscas adultas que se transformaram a partir das pupas do interior do vidro de cultura	De onde vieram estas moscas? do interior do vidro de cultura

Tabela 1.- Organização do experimento.

Para a realização dos registros (desenhos e descrições do que era observado) cada aluno recebeu um caderno personalizado, que continha espaço para cada dia de

observação. Assim, a cada nova observação o aluno tinha acesso aos registros já feitos e as conclusões anteriores poderiam ser retomadas.

Para os alunos não alfabetizados (pré-escola), a descrição do que cada um observava, bem como as respostas individuais aos questionamentos eram registrados pela própria pesquisadora.

Ao final do experimento, foi realizada a comparação entre o que foi registrado pelos alunos e o que era esperado a cada dia de observação.

Resultados

Uma análise das respostas dadas pelos alunos nos permitiu categorizá-las em dez classes: Geração espontânea; Associações não explicativas com elementos do cotidiano; Permanência; Invasão; Um “ser” sem relação com o ciclo se transformou em mosca; Metamorfose direta; Metamorfose completa; Não sabe explicar, Não foi possível identificar (Tabela 2).

As ilustrações abaixo foram selecionadas de acordo com desenhos que mais caracterizavam cada classe de resposta. Em cada classe ilustrada, um caderno personalizado foi escolhido para exemplificar o experimento a partir do 2º dia de observação. Assim, cada classe de resposta foi ilustrada por um aluno.

Geração espontânea

Inclui respostas que citam o aparecimento das larvas e pupas, denominando-as de formas variadas (bichinhos, vermes...), sem referência à idéia de ciclo ou fases de um ciclo. Associam o aparecimento a um fato “mágico”, sem relação alguma com a presença

do material biológico presente na fase anterior. Corresponde à idéia típica de geração espontânea, a resposta por exemplo: “Isso veio da banana”.



Figura 1.- Desenhos de um menino manifestando noção de “geração” espontânea.

Dos 10 alunos enquadrados nesta classe, 5 permaneceram com a idéia de geração espontânea até o final do experimento, e 5 modificaram seus conceitos, como no exemplo da ilustração abaixo. Nota-se que no último dia de observação houve uma reestruturação das idéias do aluno, gerando um novo perfil conceitual: a idéia de que “do ovo nasceu a mosca”.

Associações não explicativas com elementos do cotidiano

Inclui respostas que denominam as larvas e pupas como minhoca, arroz ou semente e que não conseguem fazer uma relação do aparecimento destes seres com o aparecimento das moscas. Desta forma, estes alunos não possuem ainda a noção de ciclo de vida. Nesta classe, também ocorreu uma mudança no perfil conceitual do aluno, o qual admite finalmente que “as moscas deixaram o ovo que depois nasceu”.



Figura 2.- Desenhos representando associação a elementos do cotidiano.

Permanência

Nesta classe encontram-se as respostas de todos os alunos que desconsideraram o fato das moscas terem sido soltas ou não registraram esse momento. Por isso, criaram a hipótese de que elas poderiam ter ficado escondidas no meio de cultura. Nas ilustrações abaixo, nota-se que o aluno relacionou inicialmente as larvas com sementes, o que o enquadraria na classe “Associações não explicativas com elementos do cotidiano”, mas nas observações seguintes, a idéia que as moscas permaneceram no vidro ficou evidente.



Figura 3.- Série de desenhos representando a noção de permanência.

Invasão

Nesta classe estão as respostas de alguns alunos que acreditavam que as moscas encontradas no último dia tinham entrado pela rolha de esponja que tampava o vidro com meio de cultura. Essa classe de resposta é semelhante a que descreve que a mosca se escondeu na banana. Aqui, também, as moscas de uma forma “mágica” conseguiram entrar pela esponja que tampava o frasco de cultura.

Um “ser” sem relação com o ciclo se transformou em mosca

Nesta classe foram incluídas todas as respostas que se caracterizavam pela transformação de algum ser nomeado como lesmas e/ ou lombrigas em moscas. Note que nesta categoria, não houve o reconhecimento da transformação da larva para pupa. Nem a diferença mais evidente entre as duas as fases, que é a imobilidade das pupas, ficou registrada; pupas e larvas foram identificadas indiscriminadamente como lesmas ou lombrigas



Figura 4.- Desenho representando transformação de que algum “ser” em mosca.

Metamorfose direta

Nesta classe encontram-se respostas que identificaram como ovo todas as fases que antecederam a adulta, larvas e pupas foram consideradas ovos. De certa forma,

assemelha a classe anterior, porém a idéia de “ovo” parece conter uma relação, do tipo “ovo- galinha”. Nesse caso, a explicação envolve diferentes fases do mesmo ser, enquanto na classe anterior, há uma clara permissividade da passagem de um tipo de ser para outro (lesma-mosca).



Figura 5.- Desenhos representando a metamorfose direta.

Metamorfose completa

Incluem-se todas as respostas nas quais os alunos descreveram o ciclo de vida segundo o modelo que diríamos ser “cientificamente” correto. A descrição mais freqüente nesta classe foi que “o ovo” se transformou em “bichinho” (larva e pupa), e depois este “virou mosca”.



Figura 6.- Desenhos que mostram a noção de ciclo de vida e metamorfose.

Não foi possível identificar

Nesta classe incluem-se os alunos os quais as respostas foram demasiadamente confusas. Nota-se que há uma troca de opiniões a cada dia de observação, não apresentando conclusão final. Por exemplo: no segundo dia de observação o aluno afirma que “antes de fechar a tampa o bicho entrou”. No terceiro dia ele acredita que “nasceu um bebê de mosca” e no último dia ele afirma que “as moscas entraram pela esponja”.

Não sabe explicar

Estão incluídas todas as respostas de alunos que não souberam explicar o que estava acontecendo no decorrer do experimento, ou que omitiram suas respostas, talvez por receio de responder de maneira incorreta.

Quando foram comparadas as freqüências das diferentes classes de respostas segundo a série que os alunos cursam, dois resultados chamaram atenção por não corresponderem ao esperado. A idéia de geração espontânea é a segunda mais freqüente entre alunos com dez anos (quarta série). Considerando-se que a medida que os alunos progredem nas escolaridade há uma maior probabilidade de serem apresentados a idéia de ciclo de vida com metamorfose, esse resultado indica que as concepções espontâneas em relação ao tema são mantidas em uma fração significativa de alunos, até que seja feita uma apresentação formal do assunto. Outro fator interessante em relação a esse grupo é a mudança de opinião durante a fase final da observação. São os alunos da quarta série que mudam de concepção na última observação, a linha explicativa de geração espontânea é abandonada, provavelmente por influência da idéia de ciclo apresentada pela maioria da turma.

Classes de respostas	Pré-escola	2º série	4º série
Geração espontânea	3/20 (15%)	2/20 (10%)	5/14 (35,7%)
Associações explicativas com elementos do cotidiano	não 1/20 (5%)	0	0
Permanência	2/20 (10%)	0	0
Invasão	1/20 (5%)	0	0
Um “ser” sem relação com o ciclo se transformou em mosca	0	1/20 (5%)	0
Metamorfose direta	6/20 (30%)	8/20 (40%)	0
Metamorfose completa	5/20 (25%)	7/20 (35%)	7/14 (50%)
Não foi possível identificar	1/20 (5%)	0	0
Não sabe explicar	0	2/20 (10%)	2/14 (14,2%)

Tabela 2.- Respostas dos alunos aos diversos questionamentos feitos nos quatro dias de observação.

Quando se comparam as respostas dos alunos de pré-escola e segunda série com as dos alunos de quarta série chama atenção a diversidade de respostas apresentadas. Na pré-escola todos os alunos desenvolvem alguma idéia explicativa para o que observam e essas respostas se enquadram em sete das dez classes observadas. Na segunda série são encontradas respostas correspondentes a cinco classes e na quarta série apenas três classes de respostas são observadas.

Discussão

Olhando ao nosso redor, nada deveria ser mais natural do que constatar que vivemos em um mundo plano e que todo dia o sol circunda este nosso mundo. Essa foi a concepção “correta” até a revolução coperniana. Nussbaum (1979) e Nardi & Carvalho (1996) mostram que atualmente, desde muito cedo as crianças vão acomodando esta concepção “natural” com as informações que recebem sobre viagens espaciais, os planetas, as grandes navegações e gradualmente vão construindo uma concepção heliocêntrica do mundo.

A geração espontânea de seres vivos também era uma concepção natural até a idade média. Foram os clássicos experimentos de Redi (1626-1697) e posteriormente de Pasteur (1860) que minaram estas concepções e induziram a visão moderna de ciclo de vida (Giordan *et al.* 1988). Neste trabalho, tentamos verificar como a noção de ciclo de vida é manifestada entre estudantes das fases escolares iniciais.

Verificou-se que uma parcela significativa (35,8%) dos alunos, nas três séries analisadas, já possuía alguma noção de ciclo de vida (metamorfose e/ ou transformação)

antes mesmo de terem participado do experimento. Essas respostas estão enquadradas nas classes “metamorfose direta” e “metamorfose completa”.

Por outro lado nota-se que a idéia de “geração espontânea” esteve presente nas três séries analisadas, demonstrando que estas “concepções cientificamente errôneas” não desaparecem com o passar do tempo e o conseqüente amadurecimento da criança, e sim, persiste em muitos casos até a fase da adolescência. Muitas vezes, essas concepções alternativas estão profundamente enraizadas na sociedade e o ensino de certos conceitos não tem impacto, ou tem um impacto muito pequeno sobre as concepções alternativas fundamentais (Santos 2005).

Em outros casos (7,55%), podemos verificar que as concepções prévias dos alunos foram modificadas e elucidadas no final do processo, demonstrando uma reestruturação dos conceitos, originando um outro tipo de representação. As suas concepções alternativas ligavam-se diretamente a explicações pragmáticas e antropomórficas, com certezas prematuras, que, neste caso, puderam ser modificadas ao longo do experimento. Esta constatação é importante do ponto de vista da elaboração de propostas didáticas, pois mostra que atividades não diretivas, mas que proporcionem a observação de fenômenos naturais, podem desacomodar concepções espontâneas e dar origem a um aprendizado significativo.

Foram consideradas mudanças de concepção quando no questionamento final, ao responder de onde vieram as moscas, os alunos assumiam como definitiva uma resposta diferente daquela inicialmente proposta. Essa mudança foi mais notável nos alunos de quarta série. Embora as atividades de desenho e registro fossem feitas individualmente, os alunos tinham liberdade para trocar opiniões e discutir com os colegas sobre suas

observações e conclusões. Essa interação com os colegas foi um dos fatores fundamentais para as mudanças de concepção. Em todos os casos os alunos abandonaram a concepção não adequada ao consenso da maioria dos colegas (no caso, assumiram a idéia de metamorfose completa)

No entanto, vale chamar a atenção que a atividade não diretiva não foi capaz de modificar a concepção espontânea de todos os alunos para uma concepção “cientificamente correta”. Uma explicação para isso é o fato da maioria das concepções alternativas ao ciclo de vida com metamorfose aparecem entre alunos da pré-escola, que ainda não são muito influenciados pela opinião da maioria. Para que a mudança conceitual fosse observada nesse grupo seria necessário repetir mais de uma vez o experimento. Isso indica que um trabalho mais diretivo talvez fosse necessário para criar condições para a mudança nas concepções espontâneas.

Um aspecto que chamou a atenção foi o fato que as classes de respostas “Permanência”, “Associações não explicativas com elementos do cotidiano” e “Invasão”, só estiveram presentes entre as turmas de pré-escola. Estes resultados sugerem que alunos de idades entre 5 e 6 anos exibem espontaneidade e criatividade em suas respostas, demonstrando que as representações espontâneas e imediatas do cotidiano da criança estiveram presentes, e que as crianças tendem a usar concepções diferentes para interpretar situações que exigem a mesma explicação.

Nas classes de respostas “Permanência” e “Invasão”, nota-se um potencial de mudança conceitual no caso de um segundo experimento. No primeiro caso, se os alunos observassem com atenção que as moscas realmente saíram do vidro, a conclusão ao final do experimento poderia ser diferente. Já na classe “Invasão”, a idéia de que as moscas

entraram pela esponja poderia ser modificada se o recipiente fosse tampado com outro material mais “resistente” aos olhos dos alunos.

Fica claro também, que o conceito de ciclo de vida pode ser tratado já na pré-escola como atividade de perspectiva construtivista (que pode ser acessada em www.ufsm.br/labdros/links/cultdros.pdf), onde, segundo Zamorano (1999), o aluno é considerado como um agente da construção de seu próprio conhecimento, e não um simples receptor. Deve-se também tomar o cuidado de prever uma avaliação que permita verificar quais os alunos que não conseguiram elaborar um conceito de ciclo de vida “cientificamente” correto para propor a estas atividades orientadas.

De acordo com a teoria piagetiana, na medida em que o sujeito interage é que ele vai produzindo sua capacidade de conhecer e vai construindo o seu próprio conhecimento. Dessa forma, o sujeito vai perpassando todas as fases de seu desenvolvimento cognitivo que se inicia no período sensório-motor e vai até o período das operações formais, no qual atinge a capacidade de reversibilidade completa no seu pensamento, ou seja, adquire a possibilidade de raciocinar com base em hipóteses. Nessa constante evolução do conhecimento, a fase anterior se integra a posterior e passa a fazer parte dessa última, enriquecendo-a. Pode-se dizer que, para Piaget, o conhecimento se dá por um processo que é dependente dos conhecimentos precedentes (Ferraz & Terrazzan, 2002). Então, aquilo que é construído pelo sujeito em um certo nível é observável no nível seguinte, chegando-se ao novo conhecimento por assimilação e acomodação, em que o próprio sujeito seleciona, transforma e incorpora elementos a suas estruturas cognitivas.

Os resultados deste estudo reafirmam que “as crianças desenvolvem idéias sobre o mundo, desenvolvem significados para as palavras usadas em ciência e desenvolvem estratégias para obterem explicações sobre o “como” e o “porquê” dos fenômenos, muito antes da ciência lhes ser formalmente ensinada” (Osborne & Wittrock, 1983:491).

Agradecimentos

Agradecemos a professora Dra Paula Regina Costa Ribeiro, da Fundação Universidade do Rio Grande – FURG – RS, pela sua leitura crítica e sugestões, e a CAPES por concessão de bolsa de estudo.

Referências bibliográficas

Ausubel, D.P., Novak, J.D. & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional* (E.Nick, trad.). 2º ed. Rio de Janeiro: Interamericana (obra original publicada em 1968).

Bizzo, N. (1998). *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo: Ática.

Driver, R. Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985) (Eds). *Children's ideas in science*. Milton Keynes. Open University Press.

Ferraz, D.F. & Terrazzan, E.A. (2002). *Construção do conhecimento e ensino de ciências: papel do raciocínio analógico*. Educação, 27(1), 39-53.

Giordan, A. Raichvarg, D. Drouin, J.M. Gagliardi, R. Canay, A.M. (1988). *Conceptos de Biología: La Respiración - Los Microbios - El Ecosistema - La Neurona* (Vol. I). Barcelona: Labor, S.A.

Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*, UFMG. Coleção Aprender, Belo Horizonte.

Nardi, R. & Carvalho, A.M.P. (1996). Um estudo sobre a evolução das noções dos estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(2), 20-39.

Nussbaum, J. (1979). Children's Conceptions of the Earth as a Cosmic Body: A cross Stage Study. *Science Education*, 63 (1), 83-93.

Osborne, R.J., & Wittrock, M.C. (1983). Learning Science: A generative process. *Science Education*, 67(4), 489-508.

Piaget, J. (1970). *A construção do real na criança*. Rio de Janeiro: Zahar. 360p.

Pombo, A. & Duch, G. (1984). Errores conceptuales em Biologia: La fotossíntesis de las Plantas Verdes. *Enseñanza de las Ciências*, 2(1), 15-16.

Santos, S. (2005). *Para geneticistas e educadores: o conhecimento cotidiano sobre herança biológica*. São Paulo: Annablume. Fapesp. Sociedade Brasileira de Genética.

Write, R. & Gustone, R. (1989). Metalearning and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 11(5), 577-586.

Zamorano, R. (1999). Constructivismo y modelos de cambio científico. *Educación en Ciências*, 7 (3), 65-77.

3. Trabalho submetido para publicação

obs. Revista Investigações em Ensino de Ciências

3.1 A utilização de atividades didáticas experimentais no ensino de botânica no Ensino Fundamental como ferramenta para mudanças conceituais

Artigo a ser submetido para o periódico: Investigações em Ensino de Ciências

Oxana Marucya Demczuk

PPG Educação em Ciências

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre- RS

oxanademczuk@yahoo.com.br

Élgion L. da Silva Loreto

Departamento de Biologia- CCNE

Universidade Federal de Santa Maria

Cep: 97105-900, Santa Maria – RS

elgion@base.ufsm.br

Resumo

Este artigo relata uma investigação realizada com uma amostra de 18 alunos de 5º série do Ensino Fundamental em que se empregou atividades experimentais como

principal recurso didático objetivando promover mudança conceitual. Na amostra estudada, observou-se que 13,3 a 76,4% dos alunos apresentaram “erros” conceituais anteriormente à realização da atividade experimental, sendo esta variação dependente do conceito tratado. Estes “erros” estão relacionados principalmente a ordem de surgimento dos grupos vegetais durante a evolução e com relação a variados graus de complexidade anatômica e fisiológica nos diferentes grupos. Relatamos também como as representações de uma grande porcentagem dos alunos puderam ser modificadas após a realização das atividades didáticas experimentais, gerando assim, um novo perfil conceitual. Apresentamos também um conjunto de atividades (que pode ser acessada em <http://www.ufsm.br/labdros/links/didatexp.html>) para se trabalhar experimentalmente com conteúdos de Botânica no Ensino Fundamental.

Palavras-chave: atividades didáticas experimentais, ensino de botânica, mudança conceitual.

Abstract

This article reports a research carried out with a sample of 18 pupil of 5° grade Elementary school regarding the use of experimental didactic activities as the main method employed to promote conceptual change. The sample displays that 13,3 to 76,4% of students showed conceptual mistakes previous to the realization of experimental didactic activities. These conceptual mistakes are mainly related to the sequence of the plant groups origin during the evolutionary process and, also, related to the variable degree of anatomical and physiological complexity observed in diverse plant groups. It was also

reported how the conceptual framework of a significant portion of students should be changed after the realization of experimental didactic activities, producing a new conceptual pattern. We also present a set of activities (available at <http://www.ufsm.br/labdros/links/didatexp.html>) to work experimentally with botany contents in Elementary School

Keywords: experimental didactic activities, botany teaching, conceptual change.

1. Introdução

Na sociedade contemporânea, os conhecimentos relacionados às Ciências da Natureza se tornam cada dia mais importantes. O ensino nesta área do conhecimento, baseado em atividades experimentais, têm um importante papel, tanto para uma maior aproximação do aluno a situações similares a investigação científica quanto para possibilitar melhor compreensão dos fenômenos naturais, proporcionando a aquisição de habilidades e atitudes que lhe permitam uma atuação refletida e crítica sobre o meio que o cerca.

A importância do ensino de botânica nas séries iniciais do Ensino Fundamental, dentre outras, está no fato de que as plantas são organismos com os quais temos estreito contato cotidiano. Elas são fontes de alimento, fornecem matéria-prima para a construção de casas e dos mais diversos utensílios, também são usadas em ornamentação, vestiário, etc (Amabis & Martho, 2001). Podem-se citar também tópicos de extrema relevância, tais como a compreensão de conceitos ligados à biodiversidade e sua classificação, a percepção da evolução e o entendimento do funcionamento dos ecossistemas e das plantas que fazem parte destes.

O aprendizado de botânica é mais fácil e motivador quando se observa exemplares vivos dos diversos grupos de plantas. Consideramos que o ensino de botânica deve contemplar, a priori, o estudo das principais diferenças e semelhanças entre os grandes grupos de plantas, de modo a possibilitar reflexões e análises sobre as relações de parentesco evolutivo do mundo vivo. Também, atividades experimentais devem ser incorporadas visando o entendimento de aspectos fisiológicos onde, devemos também, valorizar o conhecimento sistemático, tanto para identificar padrões no mundo vivo natural quanto para compreender a importância das plantas no grande conjunto de seres vivos.

A preocupação de que atividades experimentais sejam incorporadas ao processo de ensino–aprendizagem de Ciências no Ensino Básico tem sido reforçada já há algum tempo. Para Borges (1997), os professores de Ciências, tanto de nível fundamental como de nível médio, em geral, acreditam que o ensino poderia ser em muito melhorado com a introdução de aulas práticas. Posicionamento similar lê-se em Miguens & Garret (1991), os quais escrevem que a educação em Ciências deveria dar, através de trabalhos práticos, oportunidades para aquisição de conhecimentos e sua compreensão. Estes autores também citam outros aspectos relevantes relacionados com a realização de atividades práticas no ensino de ciências, tais como: ajudam os alunos a obter um conhecimento sobre fenômenos naturais através de novas experiências; facilitam uma primeira experiência, um contato com a natureza e com o fenômeno que eles estudam; desenvolvem algumas habilidades científicas práticas como observar e manipular; oportunizam a exploração, a extensão e o limite de determinados modelos e teorias; permitem comprovar idéias alternativas experimentalmente; possibilitam aumentar a

confiança ao aplicá-las na prática e explorar e comprovar a teoria através da experimentação.

O potencial de motivação da atividade didática experimental destaca-se perante um cotidiano escolar onde muitas vezes são escassas as possibilidades de atuação efetiva dos alunos, visto que o melhor modo de se aprender Ciências é mediante atividades baseadas em modelos de atividade científica (Hodson 1994).

Apesar do reconhecimento da importância da utilização de atividades didáticas experimentais no ensino de Ciências, estas metodologias não são tão corriqueiramente empregadas quanto o desejável. Dentre os vários fatores que as limitam são citados, com frequência, a ausência de um local adequado (laboratório), a falta de materiais e equipamentos, e a falta de tempo disponível para o professor prepará-las e realizá-las. Conforme Borges (1997) é um equívoco comum confundir atividades práticas com necessidade de um ambiente com equipamentos especiais para a realização de trabalhos experimentais. Segundo ele, atividades práticas podem ser desenvolvidas em qualquer sala de aula, sem a necessidade de instrumentos ou aparelhos sofisticados.

No presente projeto, investigamos a possibilidade de se trabalhar com mudanças conceituais através de atividades didáticas experimentais, com conteúdos de Botânica, em um enfoque evolutivo. Sabemos que muitos alunos trazem uma gama de explicações a respeito de como as plantas surgiram no planeta, como cada grupo vegetal é caracterizado e como ocorrem os principais fenômenos fisiológicos no interior das plantas. Apresentamos uma proposta de trabalho que envolveu o ensino dos grupos vegetais, com enfoque evolutivo, de forma preponderantemente experimental que foi construído a partir das concepções espontâneas sobre Botânica trazidas pelos alunos.

Segundo Mortimer (2000), a real aprendizagem de Ciências pode ser descrita como uma mudança do perfil conceitual do estudante, cujo novo perfil inclui também, mas não exclusivamente, as novas idéias científicas, e pode ainda ser descrita como um produto da interação entre as concepções preexistentes e novas experiências.

Este artigo procura demonstrar como as atividades didáticas experimentais podem promover a mudança conceitual em uma amostra de 18 alunos de quinta série do Ensino Fundamental, de uma escola pública de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

2. Mapa conceitual dos principais conteúdos de Botânica a serem ensinados no Ensino Fundamental

Mapas conceituais são esquemas representativos que auxiliam a compreensão de determinados assuntos apresentados em seqüências lógicas e interligados entre si. Eles são úteis para condensar e tornar os conteúdos esquematicamente mais objetivos, facilitando assim a sua visualização. Na Figura 1, apresentamos o mapa conceitual dos conceitos de Botânica tratados durante o trabalho. Neste mapa os conteúdos referentes à anatomia das plantas estão relacionados ao surgimento evolutivo de cada órgão vegetal. Assim, cada grupo vegetal pode ser diferenciado por eventos evolutivos marcantes

(apomorfias), caracterizando assim o ensino Evolutivo de Botânica.

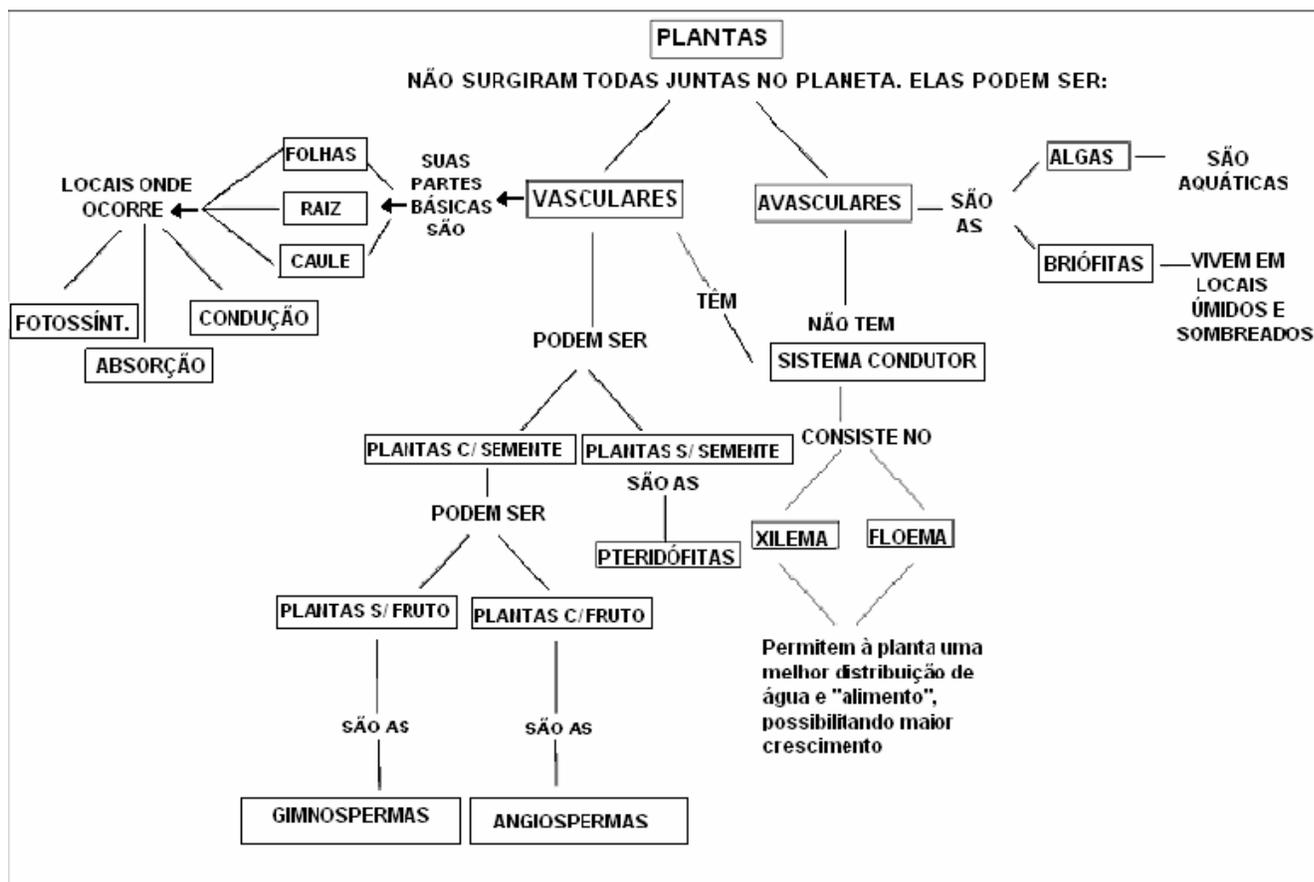


Figura 1: Mapa conceitual para ensino de Botânica (adaptado de Amabis e Martho, 2001)

3. Metodologia da pesquisa

A presente pesquisa foi realizada no período de 31/03/05 a 09/12/05 com uma turma de 5ª série do Ensino Fundamental da Escola Estadual de Educação Básica Irmão José Otão, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Esta escola localiza-se na periferia da cidade e atende, na sua maioria, alunos de baixa renda.

As atividades didáticas desenvolvidas em sala de aula pelos alunos ao longo da pesquisa foram preponderantemente experimentais. Para a realização da pesquisa em

questão, foi utilizada a metodologia do pré-teste (para que fosse feito o levantamento das concepções espontâneas sobre o determinado assunto), que antecedia a realização da Atividade Didática Experimental (ADE), com posterior realização do pós-teste, o qual indicaria a mudança (ou não) do perfil conceitual dos estudantes.

As 13 atividades realizadas foram respectivamente: evolução das plantas; o estudo das principais características dos grandes grupos vegetais: algas; briófitas; pteridófitas; gimnospermas; angiospermas (que incluiu atividades a respeito da morfologia interna e externa da flor, reprodução e classificação em monocotiledônea e dicotiledônea); raiz; caule; flor; fruto; semente; absorção, condução e transpiração das plantas e finalmente fotossíntese. Em todos os assuntos tratados, os estudantes passavam pelas três etapas anteriormente descritas: pré-teste, atividade didática experimental e pós-teste.

4. Principais concepções espontâneas sobre botânica trazidas pelos alunos

Na primeira etapa (pré-teste), os alunos respondiam a um questionário que continha perguntas gerais sobre o assunto que seria tratado posteriormente. Este questionário era aplicado com o intuito de realizarmos o levantamento das principais concepções espontâneas trazidas pelos alunos a respeito dos temas a serem estudados. Para isso, eles observavam anteriormente alguns exemplares de cada grupo vegetal de acordo com o tema a ser trabalhado, para assim, reconhecerem as plantas e poderem responder a alguns questionamentos referentes a elas, como no exemplo abaixo.

Figura 2: Pré-teste – As folhas

PRÉ-TESTE 9- FOLHAS

1. Você acha que as folhas podem ter partes diferentes?
2. Para que as folhas são importantes?
3. Você acha que as plantas podem respirar. Se sim, por onde elas respiram?
4. Do que as plantas se alimentam?
5. O que você acha que existe dentro das folhas?

As principais concepções espontâneas detectadas nesta pesquisa são apresentadas de forma resumida na Tabela 1. Nela podemos observar que os alunos trazem idéias consideradas de senso comum, como as mostradas nos temas: “Evolução das Plantas”, “Angiospermas”, “Folhas”, “Absorção, Condução e Transpiração” e “Fotossíntese”. A ordem de surgimento das plantas, na sua maioria, é ainda entendida de forma criacionista, demonstrando que o surgimento gradual das espécies ao longo do tempo não é um fato aceito por todos. Idéias relacionadas à fisiologia das plantas mostram-se confusas, o que pode ser explicado pelo fato de que estes fenômenos não são visíveis sem que sejam preparadas técnicas e experimentos.

Tabela 1: Principais concepções espontâneas trazidas pelos alunos

Tema	Principais concepções	Porcentagem
Evolução das plantas	- Não admitem relação de parentesco entre as plantas	76,4%
	- Algumas plantas surgiram antes que as outras	41,1%

Tabela 1: Principais concepções espontâneas trazidas pelos alunos

As Algas	- As algas vivem em ambientes aquáticos	94,4%
	- A estrutura da alga é mais complexa que a de uma laranjeira	55,5%
As Briófitas	- A estrutura dos musgos é mais simples que a de limoeiro	94,4%
	- Os musgos surgiram antes dos limoeiros	94,4%
	- Elas possuem flores, frutos e sementes	16,6%
As Pteridófitas	- Elas possuem flores, frutos e sementes	60%
	- Elas possuem nervuras (vasos condutores)	53,3%
As Gimnospermas	- Elas possuem vasos condutores (nervuras)	82,3%
	- Elas surgiram depois das samambaias	70,5%
	- Não possuem flores ou sementes	52,9%
As Angiospermas	- Verduras não dão frutos	75%
As Raízes	- Não sabe qual a função das raízes	62,2%
	- Podemos comê-las	64,2%
As Sementes	- Já comeu sementes	100%
	- As sementes podem ser dispersas pelos animais	42,8%
	- A função das sementes é germinar	35,7%
	- A semente originará o fruto	21,4%

Tabela 1: Principais concepções espontâneas trazidas pelos alunos

As Folhas	- Não sabe o que há no interior das folhas	86,6%
	- As plantas se alimentam de água	33,3%
	- Acha que as plantas não respiram	13,3%
Os Caules	- Não sabe o que há dentro do caule	100%
	- Já comeu algum tipo de caule	12,5%
	- A função do caule é proteger/ segurar a planta	12,5%
Os Frutos	- Não sabe como os frutos são formados	64,7%
	- Legumes não são frutos	58,8%
	- Não existe fruto falso	58,8%
Absorção, Condução e Transpiração	- As plantas são capazes de transpirar	78,5%
	- Não existe condução no interior das plantas	42,8%
	- As plantas não são capazes de absorver substâncias do meio	35,7%
Fotossíntese	- As plantas precisam ficar ao sol para que ocorra fotossíntese	66,6%
	- As plantas se alimentam pelos vasos condutores	66,6%
	- As plantas se alimentam pela raiz	13,3%

Na segunda etapa, a atividade experimental, os estudantes recebiam um roteiro para ser preenchido no laboratório, que orientava o aluno para que ele realizasse as observações pertinentes à aula. Nesta etapa, os estudantes podiam manusear e observar as plantas e também questionar à professora o que estava sendo proposto para aquela atividade.

O roteiro da atividade experimental era elaborado de acordo com as respostas obtidas no pré-teste, com a tentativa de que as repostas cientificamente “incorretas” pudessem ser modificadas através do experimento. O experimento era planejado com o intuito de colocar as idéias prévias dos alunos em questionamento, causando uma insatisfação com os conceitos existentes, debilitando as suas crenças para, enfim, proporcionar as mudanças conceituais. No caso das respostas potencialmente corretas, o roteiro oportunizava os estudantes a usar suas idéias adquirindo confiança nas mesmas.

Figura 3: Roteiro de Atividade Didática Experimental: As Folhas

Atividade Didática Experimental 9 - FOLHAS

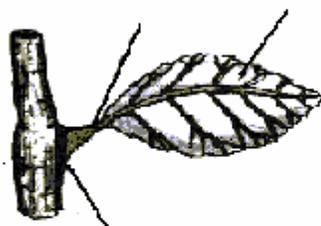
As partes da folha:

- Limbo - laminar e verde, comumente muito delgado (fino)
- Pecíolo – haste que sustenta o limbo;
- Bainha – estrutura típica das monocotiledôneas que reveste o pecíolo.

Parte 1.

Observe as estruturas vegetais presentes em cada mesa e desenvolva as atividades conforme o roteiro.

Observe o exemplar de uma folha e complete no desenho abaixo os nomes das estruturas.



Parte 2.

Folhas simples e compostas.

Desenhe as folhas classificando-as em simples e compostas:

Parte 3.

Observação de estômatos

Confeccionando uma lâmina com estômatos.

- Retire uma "lasca" da epiderme da folha da *Tradescantia pallida*;
- Coloque uma gota de água na lâmina e sobre ela o pedaço da folha que foi retirado;
- Coloque a lamínula e observe ao Microscópio e desenhe o observado.
- Responda:
 - a) Qual é a função dos estômatos?

Na última etapa, o pós-teste, os estudantes eram novamente questionados com perguntas semelhantes às feitas no pré-teste. O pós-teste ajudava a avaliar não somente o que os estudantes concebem "cientificamente", mas também se as suas concepções

são estáveis frente a situações perturbadoras, indicando, ou não, a estabilidade de seus conceitos.

Figura 4: Pós-teste: Evolução das plantas

PÓS-TESTE 9- FOLHAS

- 1) Você acha que as folhas podem ter partes diferentes? Se sim, quais são estas partes?
- 2) Quais os tipos de folhas você conhece?
- 3) Para que as folhas são importantes?
- 4) O que existe dentro das folhas?

5. Descrição de algumas atividades realizadas

Segue abaixo alguns exemplos de roteiros de atividade didática experimental, os quais foram trabalhados com os alunos. O conjunto de todas as atividades experimentais realizadas pode ser obtido em <http://www.ufsm.br/labdros/links/didatexp.html>.

Atividade: As pteridófitas

- 1) Observe o exemplar de pteridófito primeiramente a olho nu. Quais as diferenças que você pode notar em relação às briófitas?
- 2) Desenhe o observado

- 3) Agora faremos a observação microscópica das folhas. O que você consegue observar? (Ilustrar com desenhos).

- 4) Comparando o caule, as raízes e as folhas das pteridófitas em relação às briófitas, quais diferenças podemos notar?

- 5) As pteridófitas apresentam algumas bolinhas pretas abaixo das suas folhas. O que você acha que são estas bolinhas?

Atividade : Absorção, condução e transpiração

Nesta atividade, iremos preparar 2 experimentos para que a observação dos resultados seja realizada após 24 horas e após 1 semana. Vamos lá?

1º EXPERIMENTO: DEMONSTRAÇÃO DE ABSORÇÃO E TRANSPIRAÇÃO

1. Passe a planta com raiz pelo orifício das tampa, com cuidado para não danificar as suas partes, de modo que as raízes fiquem submersas na água;
2. Tampar bem o vidro e vedar o orifício com chiclete;
3. Marque o nível da água com a fita crepe;
4. Tampe o experimento;
5. Observe o experimento após 24 horas.

2º EXPERIMENTO: DEMONSTRAÇÃO DE CONDUÇÃO

1. Dissolva cada corante em água;

2. Coloque uma flor em cada recipiente;
3. Corte o caule da diagonal com a planta dentro do recipiente;
4. Observe após 24 horas.

QUESTIONAMENTOS

1. O que aconteceu com o nível d'água?
2. Se o recipiente estava bem fechado, como se explica a diminuição na quantidade de água no vidro?
3. Para onde a água se dirigiu?
4. Houve mudança na cor das pétalas?
5. Que parte da planta foi responsável por esse acontecimento?

6. As atividades didáticas experimentais são capazes de promover mudanças conceituais?

Após a realização das atividades didáticas experimentais, os alunos eram submetidos ao pós-teste. Este questionário trazia perguntas relativas às observações realizadas no laboratório, e subsidiava as comparações feitas entre as respostas do pré-teste, que antecedia a atividade didática experimental.

Verificou-se que nas atividades trabalhadas, como um todo, uma parcela significativa de alunos (80,59% - ver tabela 2) demonstrou uma outra representação em relação aos conceitos prévios anteriormente apresentados. Por outro lado, nota-se que parte dos alunos ainda demonstram concepções similares às observadas nas respostas dos pré-testes (16,3%). Neste caso, sugere-se que as suas concepções espontâneas

ligavam-se a explicações pragmáticas e antropomórficas que, neste caso, não puderam ser modificadas ao longo do experimento.

Outro aspecto que chamou a atenção foi a idéia, fortemente presente em grande porcentagem dos alunos, sobre a absorção de nutrientes pela raiz. Para muitos estudantes, é pela raiz que a planta absorve todos os nutrientes, desconsiderando assim, a função da fotossíntese. Essa idéia permaneceu presente mesmo após a atividade didática experimental sobre fotossíntese.

Tabela 2: Análise dos resultados obtidos

Tópico	Evo.	Alg.	Bri.	Pte.	Gim.	Ang.	Rai.	Sem.	Fol.	Cau.	Fru.	Abs. Con. Tra.	Fot.	Média Geral
Apresentavam erro conceitual	76,4%	55,5%	16,6%	60%	52,9%	75%	62,2%	21,4%	44,4%	100%	60,7%	39,2%	39,9%	54,16%
Mantiveram erros conceituais	-	13,3%	6,6%	25%	8,3%	11,7%	33,3%	-	-	-	-	-	-	16,36%
Mudaram de concepção	88,2%	80%	93,3%	62,5%	66,7%	88,3%	58,3%	85,7%	86,6%	94,2%	86,7%	100%	57,2%	80,59%
Mudaram parcialmente de concepções	11,8%	6,6%	-	12,5%	25%	-	8,4%	14,3%	13,5%	5,8%	13,3%	-	48,2%	15,94%

7. Discussão

Se os estudos sobre as didáticas das Ciências sugerem que no ensino das Ciências seja adotado um processo interativo e investigativo com a criatividade própria de um trabalho científico, é preciso não se esquecer que as atitudes aplicadas por quem ensina poderá impregnar todos os aspectos dessa aprendizagem (Gurgel, 2001). Então, serão as atitudes de ensino implicadas no processo, pela mediação do professor, que certamente serão determinantes para se criar um conjunto de atributos em relação ao significado do que está sendo ensinado. Neste trabalho, tentamos verificar como uma mediação baseada

preponderantemente em atividades experimentais poderia causar mudança conceitual em conteúdos relacionados com “o mundo das plantas”.

Com a manipulação e observação de diferentes exemplares botânicos e diferentes partes da planta, os alunos puderam constatar que muitas das idéias que tinham não eram satisfatórias. Da mesma forma, ao observar experimentos relacionados à fisiologia das plantas, foi possível compreender que as plantas também se “alimentam”, transpiram e são capazes de realizar transporte de substâncias no seu interior. Isso aponta para a importância de se conhecer as concepções espontâneas dos alunos e elaborar atividades didáticas experimentais para proporcionar um aprendizado significativo.

Nota-se que na atividade intitulada “Evolução das plantas”, os resultados mostraram-se positivos, pois este tema é muito distante do que os alunos concebem sobre o surgimento dos seres vivos, pois, a maioria dos alunos, trazia concepções “criacionistas” para explicar muitos fenômenos.

Nas atividades relacionadas à reprodução das angiospermas, os alunos tiveram a oportunidade de observar que as plantas possuem órgãos reprodutores especializados na formação das sementes e frutos. Órgãos como óvulo e ovário, eram entendidos somente como “órgãos presentes no corpo das mulheres e não em plantas”.

Outra atividade que resultou em concepções “cientificamente corretas” foi a da fotossíntese. Quase 100% dos alunos mudaram suas representações, trazendo concepções mais plausíveis para explicar o fenômeno. Igualmente, a atividade intitulada “Absorção, Condução e Transpiração”, possibilitou aos alunos uma maior compreensão a respeito de alguns fenômenos fisiológicos básicos nas plantas.

Por outro lado, 16,36% das respostas dos pós-testes ainda demonstraram que as representações da criança, embora possam ter outras raízes, são, em regra, representações idiossincráticas, espontâneas e imediatas, mais ou menos diferenciadas social e culturalmente, que têm mais a ver com o conhecimento do quotidiano do que com o conhecimento científico. As concepções alternativas podem modificar-se ou coexistir com conceitos científicos mas, dificilmente, desaparecem completamente. (Santos, 1991). Segundo Driver *et al* (1985), algumas concepções são bastante estáveis e resistentes à mudança, porque muitas vezes persistem apesar da intervenção do professor.

A partir deste experimento, podemos sugerir que no ensino básico, os conceitos ligados às plantas podem ser trabalhados baseados quase que totalmente em atividades didático-experimentais, pois mudanças consideráveis nas concepções espontâneas dos alunos nos principais conceitos relacionados aos vegetais puderam ser constatadas.

A importância de promover mudança conceitual, no caso de concepções errôneas, vai muito além da compreensão dos conceitos em si. Os professores são profissionais encarregados de demonstrar uma visão mais correta dos fenômenos e dos conceitos, proporcionando aos alunos uma outra representação a respeito do que antes era cientificamente incorreto.

Outros aspectos relevantes a serem discutidos relacionam-se ao grau de motivação, relação professor – aluno e aumento no interesse por assuntos científicos. Certamente, à medida que a pesquisa avançava nos conteúdos, algumas mudanças significativas puderam ser observadas no sentido de grande melhora nos aspectos relacionados a motivação dos alunos em “aprender Ciências”, em “fazer experimentos” e no relacionamento professor-aluno.

A efetiva mudança conceitual poderá ser oportunizada quando os alunos desenvolverem um *insight* que lhes permita selecionar estratégias de ação adequadas e se lhes forem dadas oportunidades não só para discutir com os colegas e com o professor (Gunstone & Champagne, 1990), mas também para selecionar e interpretar evidências e para manipular, integrar e desenvolver conceitos. Simultaneamente, irão adquirindo alguma noção acerca de como os cientistas constroem as suas explicações, pois, como afirma Millar (1995, p.365),

“No centro da aprendizagem acerca dos métodos das ciências está a compreensão de que a teoria é diferente da evidência: a teorização envolve imaginação, invenção e pode ser errada. A evidência é usada para testar, modificar e adaptar a teoria”.

8. Referências bibliográficas

AMABIS, J. M. & MARTHO, G.R (2001). *Guia de Apoio Didático para os três volumes da obra Conceitos de Biologia: objetivos de ensino, mapeamento de conceitos, sugestões de atividades*, São Paulo, Moderna.

ARRUDA, S. M. & LABURÚ, C. E (1998). *Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências*. In: NARDI, Roberto. *Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras.

BORGES, A. T. *O papel do laboratório no ensino de ciências*. In MOREIRA, M. A., ZYLBERSZTA J. N, A., DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. P (1997). Atlas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Editora da Universidade – UFRGS, Porto Alegre, RS. 2 11.

DRIVER, R. GUESNE, E. & TIBERGHIE (1985), A. (Eds). *Children's ideas in science*, Milton Keynes, Open University Press.

GURGEL, C.M.A (2001). Ações investigativas no ensino de Física: sobre o método. En M.G.Tomazello (Org.). *A experimentação na Aprendizagem de Conceitos Físicos sob a Perspectiva Histórico-Social* (pp.33-57). Campinas/SP: R.Vieira Gráfica e Editora Ltda (Capes-Proin).

GUNSTONE, R. & CHAMPAGNE, A. (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. In Hegarty-Hazel, E. (Ed.). *The student laboratory and the science curriculum*. Londres: Routledge, 159-182.

HODSON, D.: (1994). *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratório*. In: Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 12, n. 3, 299-313.

MIGUENS, M. & GARRET, R.M. (1991). *Práticas em la Enseñanza de las Ciências. Problemas e Possibilidades*. Revista Enseñanza de las Ciências, n.3, v.9.

MILLAR, R. (1995). Science education and public understanding of science. In Hull, R. (Ed.). *ASE science teachers' handbook – secondary*. Cheltenham: Stanley thornes, 357-374.

MORTIMER, E. F. (2000), **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**, UFMG, Coleção Aprender, Belo Horizonte.

4. Conclusões

Todos trazemos muitas concepções para explicar como ocorrem diversos fenômenos naturais. Essas concepções estão fortemente enraizadas na sociedade e são decorrentes das mais variadas informações que recebemos cotidianamente. Infelizmente, muitas dessas concepções são cientificamente equivocadas e as “explicações de mundo” delas decorrentes são falsas. Uma das funções da escola é a alfabetização científica, ou seja, dar ao educando um referencial teórico compatível com o conhecimento científico da época em que educando vive. A educação científica é um componente essencial para o pleno exercício da cidadania.

As crianças, nas diferentes faixas etárias, levam para a escola um significativo cabedal de explicações e o professor de Ciências não pode ignorar estas concepções. Pozo (1996) assinala três possíveis origens para as concepções espontâneas dos alunos. A primeira seria de origem sensorial, e se formariam com intuito de dar significado às atividades cotidianas e se baseariam essencialmente no uso de processos sensoriais e perceptivos. A segunda, de origem cultural, viria de um conjunto de crenças compartilhadas por diferentes grupos sociais. Já a terceira, de origem escolar, vem de formas deformadas e simplificadas de como são apresentados certos conceitos científicos, acarretando assim, uma compreensão errônea de muitos conteúdos escolares. Nossa visão de mundo é, assim, um amálgama de muitas informações recebidas. Por exemplo, desde muito cedo ouvimos que “o mundo foi criado em sete dias”, portanto, quase que instantaneamente, e assim, plantas e animais foram “criados” todos juntos em um dos primeiros dias da “criação”. Ouvimos também, muitas vezes que “a planta precisa estar na

terra para se alimentar”, ou que “as moscas nascem da sujeira” e tantas outras informações “errôneas” que vão aos poucos se acomodando e fazendo parte das concepções espontâneas.

Driver (1996) defende o fato de que os estudantes utilizam uma linguagem imprecisa e termos confusos para expressar suas idéias, e que estas são persistentes e podem não se modificar facilmente mediante o ensino tradicional.

No primeiro trabalho, tentamos verificar como a noção de ciclo de vida é manifestada entre estudantes das fases escolares iniciais e no segundo trabalho, investigamos como as atividades didáticas experimentais no ensino de conteúdos de botânica podem promover mudança conceitual.

Verificamos, na primeira pesquisa, que muitos alunos trazem consigo noções corretas sobre ciclo de vida e metamorfose, demonstrando que as concepções espontâneas não são necessariamente errôneas do ponto de vista dos conceitos científicos.

Mas, por outro lado, nota-se que concepções sobre “geração espontânea” estiveram presentes nas três séries analisadas (pré-escola, segunda e quarta série do Ensino Fundamental), demonstrando que estas “concepções cientificamente errôneas” persistem por muitos anos.

Pode-se verificar também, em alguns casos, que as concepções prévias dos alunos foram modificadas ao final do processo, demonstrando um outro tipo de representação, o que mostra que a elaboração de propostas didáticas construtivistas pode ajudar a desacomodar certas concepções errôneas.

Constatamos também que as crianças da turma de pré-escola demonstraram maior espontaneidade e criatividade quando ao explicar os diversos fenômenos que ocorreram

nos dias de observação, respondendo, por exemplo, que “a mosca se escondeu na banana” ou “isso é uma minhoca, um arroz ou uma semente”.

Demonstramos também que conceitos relacionados a ciclo de vida e metamorfose podem ser tratados já na pré-escola de forma a proporcionar uma observação concreta dos fenômenos, proporcionando assim, uma aprendizagem mais participativa e significativa.

Na segunda pesquisa investigamos como as atividades didáticas experimentais podem promover mudança conceitual no ensino de conteúdos de botânica. A importância deste tipo de atividade para o ensino e aprendizagem de Ciências tem sido destacada por diversos autores. Segundo Harlem (1989), elas podem incrementar o ensino formal, ajudam na compreensão dos conteúdos teóricos e facilitam a compreensão de como se elabora o conhecimento científico.

Palácios & Leon (2000) defendem que as atividades de laboratório podem promover destrezas muito variadas. Elas podem estar dirigidas a aumentar a motivação dos alunos, favorecer a compreensão dos conteúdos teóricos e ajudam a desenvolver estratégias investigativas típicas de um trabalho científico.

As concepções errôneas mais freqüentemente observadas eram relacionadas ao surgimento das plantas no planeta e a relação de parentesco entre elas. Muitos alunos inicialmente acreditavam que as plantas surgiram todas juntas no planeta e que não podiam ser “parentes” umas das outras. Muitos também afirmavam que as plantas não possuem processos fisiológicos tais como absorção, condução e transpiração e que elas obtêm seu alimento unicamente através do solo.

Ao longo de toda a pesquisa, os alunos puderam manipular e observar diferentes exemplares botânicos e também realizaram vários experimentos para constatar fenômenos fisiológicos e germinativos.

Os resultados obtidos nos pós-testes foram satisfatórios em diversas atividades. As respostas dos alunos já mostraram outro tipo de representação ao explicar fenômenos vistos anteriormente de forma errônea. As principais atividades onde os questionários indicavam mudança conceitual eram relacionadas aos temas: evolução das plantas, reprodução das angiospermas, absorção, condução, respiração e fotossíntese.

Mas em alguns casos, as respostas obtidas nos pós-testes evidenciaram que as concepções espontâneas podem coexistir com conceitos científicos, o que sugere que elas dificilmente desaparecem, ou podem voltar a se manifestar com o passar do tempo.

Pudemos evidenciar que os conceitos ligados aos grupos vegetais podem ser abordados de forma preponderantemente experimental, o que potencialmente pode vir a acarretar mudanças conceituais.

Esta pesquisa proporcionou-me também uma singular experiência profissional. Inicialmente, a turma escolhida demonstrou extrema dificuldade em se adaptar ao método, visto que estavam adaptados somente a aulas expositivas, sem participação ativa no processo de aprendizagem. Aos poucos os alunos foram se adequando à proposta de trabalho e no decorrer do ano letivo a participação nas aulas práticas crescia. Ao término da pesquisa, a turma mostrou-se extremamente motivada e participativa, Proporcionando-nos uma “crença” pessoal de que atividades didáticas baseadas em experimentos e manipulação de materiais é uma poderosa maneira de desenvolver interesse e motivação dos alunos para o conhecimento científico.

“Conhecer não é apenas reter temporariamente uma multidão de noções anedóticas e enciclopédicas para” regurgitá-las “, como pede o ensino atual.” Saber” significa, primeiro, ser capaz de utilizar o que se aprendeu, mobilizá-lo para resolver um problema ou aclarar uma situação, enquanto o ensino atual impõe a passividade e o tédio, e o aluno, longe de encontrar uma motivação (na falta de uma vocação), apressa-se em esquecer tudo, logo após ter sido aprovado no exame (Giordan & de Vecchi, 1996, p.11)”.

5. Referências Bibliográficas

ARRUDA, Sérgio M. LABURÚ, Carlos E. **Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências.** In: NARDI, Roberto **Questões atuais no ensino de ciências.** São Paulo: Escrituras, 1998.

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D., & HANESIAN, H. **Psicologia educacional** (E.Nick, trad.) (2º ed), Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. (obra original publicada em 1968).

BARBERÁ, O. & VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996.

BIZZO, N.M.V. From Down House Landlord to Brazilian high school students: what was happened to evolutionary knowledge on the way? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 31, n. 5, p. 517-56, 1994.

CLOUGH, E.E. & DRIVER, R. A study of consistency in the use of student's conceptual frameworks across different task contexts. **Science Education**, v. 70, p. 473-496, 1986.

DEL CARMEN, L. **Los trabajos prácticos**. In:_____ **Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Alcoy: Marfil, 2000.

DESMASTES, S.S., GOOD, R.G. & PUEBLES, P. Patterns of conceptual change in evolution. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 33, n 4, p 407-431,1996.

DRIVER, R. Psicología Cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona. V. 4, n. 1, p. 3-15, 1996.

DRIVER, R. GUESNE, E. & TIBERGHEN, A. (Eds). **Children's ideas in science**, Milton Keynes, Open University Press, 1985.

GIL PÉREZ, D. & VALDÉS CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciências**, Barcelona. v. 14 n.2, p. 155-63, 1996.

GIORDAN, A. & DE VECCHI, G. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. Porto Alegre, Artes médicas, 1996.

HARLEN,W. **Enseñanza e aprendizaje de las ciencias**. MEC/Morata. Madrid, 1989.

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

JENSEN, M.S. & FINLEY, F.N. Teaching evolution using historical arguments in a conceptual change strategy. **Science Education**, v. 79 n. 2, p. 147-66, 1995.

METZ, K.E. Development of explanation: incremental and fundamental change in children's physics knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28: p. 785-797, 1991.

MILLAR, R. Constructive criticism. **International Journal of Science Education**, v.11, n.5, p.587-596, Special issue, 1989.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**, Belo Horizonte. UFMG, Coleção Aprender, 2000.

NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change: Philosophical perspectives. **International Journal of Science Education**, v. 11, p. 530-540, 1989.

PALACIOS , F.J.P. & LEÓN, P.C. **Didáctica de las ciencias experimentales**. Barcelona: Marfil. Alcoy, 2000

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

POSNER, G. J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. & GERTZOG, W.A. Accommodation of Scientific Conception: Towards a theory of conceptual change. **Science Education**, v. 66 n.2, p. 211-227, 1982.

POZO, J.I. Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van...y mientras tanto qué hacemos con ellas. **Alambique**, v. 7 n. 3, p.18-26, 1996.

SANTOS, M.E.V.M.. **Mudança conceitual na sala de aula – Um desafio pedagógico**. Lisboa: Livros Horizonte, 1991

SANTOS, S. (2002). **Evolução Biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula**. São Paulo: Annablume: Fapesp: Pró-Reitoria de Pesquisa, 1992.

STRIKE, K.A. & POSNER, G.J. A revisionist theory of conceptual change. In: R. A Duschl and R.J. Hamilton (Eds). **Philosophy of science, cognitive psychology and educational theory and practice**. (1992). p. 147-76.

TAMIR, P. & GARCÍA ROVIRA, M.P. Características de los ejercicios prácticos de

laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 10n. 1, p. 3-12, 1992.

TOULMIN, S., **La comprensión humana** (N. Miguez, trad), Madrid, Alianza, 1977, (obra original publicada em 1972).

ZANON, L. B. & SILVA, L. H. A .A experimentação no ensino de ciências. In _____. **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. Org: Roseli P. Schnetzler & Rosália M. R. Aragão. São Paulo: Capes / Unimep, 2000, p. 120-53.