



Universidade de Brasília
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**A experimentação no Ensino de
Ciências:
possibilidades e limites na busca de
uma Aprendizagem Significativa**

Kellen Giani

Brasília – DF
Maio 2010



Universidade de Brasília
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa

Kellen Giani

Dissertação realizada sob a orientação da Prof.^a Dr.^a Maria Helena da Silva Carneiro e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências - Área de concentração: Ensino de Biologia, pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF
Mai 2010

FOLHA DE APROVAÇÃO

KELLEN GIANI

A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Biologia”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em _____ de _____ de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Maria Helena da Silva Carneiro
(Presidente)

Prof. Dr. Fernando Araripe Gonçalves Torres
(Membro interno – UnB)

Prof^a. Dra. Maria de Nazaré Guimarães Klautau
(Membro interno – UnB)

Prof.Dr. Wagner Fontes
(Suplente – UnB)

Dedico este trabalho a Deus, porque está pesquisa só foi possível sob suas bênçãos. Ao meu querido filho Gabriel. A minha mãe Maria das Graças. A meu pai Edvaldo. A meu irmão Alisson. A meu esposo Dillson. A minha orientadora Maria Helena. Aos meus mestres e amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as providências e bênçãos concedidas ao longo desta jornada; e pela força para recomeçar nos momentos difíceis.

Ao meu filho e marido, pelo incentivo e compreensão nos momentos de grande estresse; por entender a minha ausência e falta de tempo.

A Professora Maria Helena da Silva Carneiro, pela constante ajuda e orientação neste trabalho e em minha vida pessoal, pois suas palavras contribuíram não apenas para meu aprimoramento profissional, como também para meu crescimento como pessoa.

Aos meus pais, pelo grande incentivo dado em todas as decisões tomadas em minha vida, e principalmente pelas palavras de apoio e carinho dado.

A meu irmão que me apoiou e me ajudou neste mestrado.

Aos meus alunos, pelos momentos de ensino e aprendizagem.

As minhas amigas de mestrado Daniela Pereira, Elizangela Caldas e Susana Guedes, pelos momentos de confidências aos quais partilhamos.

A banca examinadora, pela leitura e pela análise crítica.

Aos professores do PPGECC, pelos ensinamentos dados.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente com o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

O objetivo central desse estudo foi demonstrar que é possível usar protocolos experimentais que se caracterizam como sendo de níveis um e dois (ESCALA DE HERRON, 1971) em aulas de ciências de uma escola onde fazia uso de protocolos de nível zero, ou seja, protocolos que tinham como objetivo ilustrar os conhecimentos estudados na aula teórica. Para tanto, foram desenvolvidas atividades experimentais com alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental de uma escola privada do Distrito Federal. O referencial teórico utilizado para a análise das atividades propostas foi o da teoria da aprendizagem significativa desenvolvida por David Ausubel (AUSUBEL *et al*, 1980). Os resultados da pesquisa indicam que o desenvolvimento desse tipo de atividades despertou o interesse dos alunos e proporcionou momentos de reflexão. Apesar da resistência inicial dos alunos, foi possível verificar, que com ajuda do professor, eles formularam hipóteses na tentativa de solucionar o problema em discussão e criaram metodologias. Observou-se, também, que o papel do professor é de suma importância ao conduzir esse tipo de atividade investigativa. Este deve questionar e sugerir desafios proporcionando aos alunos momentos para analisar e avaliar os seus próprios conhecimentos. Sem tal abordagem a potencialidade das atividades experimentais fica comprometida.

Palavras - Chave: Aprendizagem significativa; Atividade prática; Ensino de Ciências; Problematização.

ABSTRACT

The main purpose of this study was to demonstrate that it is possible to use experimental protocols which are characterized in levels 1 and 2 (Herron Scale, 1971) in Science classes at a school which used Level 0 protocols, in other words, protocols which aimed at illustrating the knowledge studied in the theoretical class. With this objective, experimental activities were developed with seventh grade students of a private Elementary School in Distrito Federal. The theoretical reference used for the analysis of the suggested activities was the Meaningful Learning Theory developed by David Ausubel (AUSUBEL, et al, 1980). The results of the research indicate that the development of this kind of activities aroused the interest of students and provided them with reflection moments. Despite the initial resistance of the students, it was possible to verify that with the teacher's aid, students formulated hypotheses attempting to solve the problem under discussion, and created methodologies. It was also observed that the teacher's role is of the utmost importance to lead this kind of investigative activity. He should question and suggest challenges, providing the students with moments to analyze and evaluate their own knowledge. Without such approach, the prospects of the experimental activities are jeopardized.

Keywords: Meaningful Learning; Practical Activity; Science Teaching; Problematization.

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 1 ENSINO EXPERIMENTAL..... | 14 |
| 1.1 Críticas e Reestruturação do Ensino Experimental ao Longo dos Anos..... | 15 |
| 1.1.1 <i>Concepções simplistas sobre o potencial pedagógico das aulas experimentais.....</i> | <i>15</i> |
| 1.1.2 <i>Dicotomia entre teoria e prática.....</i> | <i>18</i> |
| 1.1.3 <i>Falta de equipamentos adequados e problemas na formação inicial e continuada de professores.....</i> | <i>19</i> |
| 1.1.4 <i>Outras críticas e reflexões sobre o papel do Ensino Experimental.....</i> | <i>21</i> |
| 1.2 Novas ideias acerca das atividades experimentais..... | 24 |
| 1.3 Definindo termos..... | 30 |
| 1.3.1 <i>Significado do termo laboratório.....</i> | <i>30</i> |
| 1.3.2 <i>Trabalho prático, experimentação ou atividade prática?.....</i> | <i>31</i> |
| 1.4 O Problema de pesquisa..... | 32 |
| | |
| 2 REFERÊNCIAL TEÓRICO: TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA..... | 40 |
| 2.1 Organizadores Prévios..... | 41 |
| 2.2 Diferenciação Progressiva..... | 42 |
| 2.3 Reconciliação Integradora..... | 43 |
| 2.4 Aprendizagem pela Descoberta..... | 47 |
| 2.4.1 <i>Todo o verdadeiro conhecimento é autodescoberto.....</i> | <i>48</i> |
| 2.4.2 <i>O significado é um produto exclusivo de uma descoberta criativa e não verbal.....</i> | <i>49</i> |
| 2.4.3 <i>A consciência subverbal é a chave da transferência.....</i> | <i>49</i> |
| 2.4.4 <i>O método da descoberta é o principal método para transmitir o conhecimento da matéria.....</i> | <i>50</i> |
| 2.4.5 <i>A capacidade de resolver problemas é o objetivo primário da educação.....</i> | <i>51</i> |
| 2.4.6 <i>O treino da “heurística da descoberta” é mais importante que o treinamento na matéria escolar.....</i> | <i>52</i> |
| 2.4.7 <i>Cada criança deveria ser um pensador criativo e crítico.....</i> | <i>53</i> |
| 2.4.8 <i>O ensino expositório é autoritário.....</i> | <i>54</i> |
| 2.4.9 <i>A descoberta organiza eficientemente a aprendizagem para uso posterior.....</i> | <i>54</i> |
| 2.4.10 <i>A descoberta é um gerador singular da motivação e da autoconfiança.....</i> | <i>55</i> |
| 2.4.11 <i>A descoberta é uma fonte primordial da motivação intrínseca.....</i> | <i>55</i> |
| 2.4.12 <i>A descoberta assegura “conservação da memória.....</i> | <i>56</i> |
| | |
| 3 CAMINHO METODOLÓGICO..... | 59 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.1 Caracterização da escola e dos participantes..... | 59 |
| 3.2 Primeira sequência didática: taxonomia dos seres vivos..... | 61 |
| 3.2.1 <i>Primeira Atividade - Descrição e classificação de botões.....</i> | <i>62</i> |
| 3.2.2 <i>Segunda Atividade - Descrição e classificação de folhas.....</i> | <i>65</i> |
| 3.3 Segunda sequência didática: interação ser vivo e meio externo..... | 66 |
| | |
| 4 RESULTADOS..... | 69 |
| 4.1 Primeira sequência didática: taxonomia dos seres vivos..... | 69 |
| 4.1.1 <i>Descrição e Classificação de botões.....</i> | <i>69</i> |
| 4.1.2 <i>Descrição e Classificação de Folhas.....</i> | <i>87</i> |
| 4.2 Segunda sequência didática: interação ser vivo e meio ambiente..... | 97 |
| | |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 118 |
| | |
| 6 REFERÊNCIAS..... | 123 |
| | |
| APÊNDICES | |
| | |
| Apêndice A - Ilustrações..... | 127 |
| Apêndice B - Transcrição..... | 136 |
| Apêndice C - Protocolos Experimentais..... | 141 |
| Apêndice D - Proposição de Ensino..... | 157 |

INTRODUÇÃO

Recordo que desde criança tinha uma forte curiosidade em relação a fenômenos da natureza e já nos tempos do Ensino Fundamental, as atividades experimentais despertavam a minha curiosidade, pois o ambiente do laboratório era algo diferente e ao mesmo tempo inacessível.

Infelizmente, no Ensino Fundamental não tive a oportunidade de participar de nenhuma aula experimental, apenas via outros alunos frequentarem o laboratório, o que contribuiu para o aumento da minha curiosidade.

Já no Ensino Médio, lembro de ter ido ao laboratório apenas duas vezes. Na primeira vez foi em uma aula de Biologia. Nós estávamos estudando Citologia. O professor tinha explicado todo o conteúdo referente à célula a partir de aulas expositivas e quando chegou à sala para mais uma aula disse que teríamos uma atividade prática no laboratório, onde iríamos observar células em um microscópio. Fiquei bastante empolgada, pois afinal depois de vários anos de curiosidade seria a primeira vez em que teria a oportunidade de participar de uma aula experimental.

Quando chegamos ao laboratório, às lâminas já estavam preparadas e focalizadas, nos apenas tínhamos que observá-las utilizando um microscópio. O professor também não permitiu que manuseássemos o equipamento, pois poderíamos estragá-lo, então apenas podíamos observar. Quando era necessário mudar a lente de aumento ele mesmo fazia.

Sai da aula feliz e ao mesmo tempo decepcionada, pois acreditava que íamos preparar lâminas, aprender como manusear um microscópio e entender como

é o funcionamento do mesmo. No entanto, apenas aguicei minha curiosidade, pois estive em um laboratório, mas foi como se estivesse tendo uma aula expositiva.

Hoje, como professora me questiono: será que uma atividade como esta ajuda na construção do conhecimento científico? Até que ponto olhar uma célula em um microscópio facilita o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa?

Na segunda vez em que frequentei o laboratório foi em uma aula de Química. A professora trabalhou o conteúdo em sala e posteriormente nos levou para fazermos uma experiência sobre mudanças de estado físico. Desta vez formamos grupos e seguimos um roteiro predeterminado. Achei mais interessante, pois agora podíamos manipular o material. Mas penso que poderia ter sido uma atividade mais elaborada, pois apenas recebíamos uma vasilha com pedaços de gelo que deveriam ser aquecidos em uma lamparina. Observávamos a vaporização e em seguida tampávamos o recipiente para observação da condensação. A discussão sobre os resultados obtidos se reduzia apenas a influência da temperatura na mudança de estado físico. Hoje considero uma prática muito simples para alunos do Ensino Médio.

Infelizmente estas foram às únicas vezes que frequentei um laboratório no Ensino Médio.

Ingressei no Ensino Superior no curso de Biologia. Desta vez já no primeiro semestre tivemos aula prática. Lembro que para a maioria dos colegas da turma, essa era a primeira vez que entravam em um laboratório. Cursamos algumas disciplinas experimentais que eram casadas com a teórica. Inicialmente o professor ministrava uma aula expositiva sobre o conteúdo e posteriormente íamos ao laboratório realizar um experimento com o intuito de confirmarmos o que havia sido

explicado. As atividades normalmente eram realizadas em grupo seguindo um roteiro pronto, modelo de práticas do tipo “receita” e nós deveríamos entregar um relatório também em grupo na aula seguinte.

Normalmente sorteávamos que parte do relatório cada componente do grupo iria fazer. Um ficava com a introdução, outro com a metodologia, outro com os resultados e outro com as discussões. No final nos reuníamos apenas para unirmos as partes do relatório e entregar ao professor e não para discutirmos o que de relevante aprendemos com tal experimento. Os professores também nunca retomavam o relatório da prática anterior para discutirmos os resultados obtidos e analisarmos os prováveis erros. Além disso, na maioria das vezes, o relatório era corrigido pelos monitores.

No quarto semestre do curso tive a oportunidade de participar de um projeto de iniciação científica no Laboratório de Biologia Molecular. Estagiei no laboratório durante um ano e pude ter um maior contato com atividades experimentais. Mas, ainda assim não tínhamos autonomia para fazermos nossa própria investigação. Ao chegar ao laboratório o problema de pesquisa e mesmo a metodologia eram propostos pelo professor orientador, assim sendo não tínhamos a oportunidade de formular o nosso problema de pesquisa. Por outro lado, um dos aspectos positivos dessa minha experiência foi o fato de que o orientador uma vez por semana discutia com os alunos -estagiários- os erros e acertos para juntos propormos novas soluções. Era um momento bastante rico e favorável ao desenvolvimento da capacidade de raciocínio, pois tínhamos a oportunidade de refletir sobre nossa ação.

Como professora, procurei introduzir a experimentação em minhas aulas, mas minha frustração foi inevitável. Eu não sabia como desenvolver aulas experimentais, diferentes das vivenciadas por mim durante a minha formação.

Posteriormente comecei a trabalhar em uma escola privada, onde era responsável por ministrar as aulas práticas de Ciências. Foi quando pude ter mais intimidade com o Ensino Experimental. Mas, também percebo que ainda uso o laboratório, na maioria das vezes, para ilustrar os conteúdos trabalhados na teoria, o que não me deixa satisfeita com a minha prática pedagógica.

Muitos trabalhos na área de Ensino de Ciências têm a experimentação como objeto de pesquisa. Em tais pesquisas evidencia-se que o professor faz pouco uso de atividades experimentais e quando as desenvolve normalmente é de maneira mais ilustrativa, limitando-se a execução de procedimentos experimentais, muitas vezes sem refletir sobre a atividade que está fazendo. Não há problematização!

A partir dessa reflexão e da insatisfação com minha prática pedagógica e a vontade de melhorá-la resultou meu interesse por um estudo mais detalhado sobre as atividades experimentais no Ensino de Ciências. Nesse sentido, o trabalho que ora apresentamos tem como objetivo demonstrar que a atividade prática pode ultrapassar os limites de uma simples ilustração da teoria.

1 ENSINO EXPERIMENTAL

Com o objetivo de compreender as pesquisas que possuem o Ensino Experimental como objeto de estudo, analisamos vários artigos específicos da área de Ensino de Ciências em três periódicos. Os periódicos selecionados foram: Enseñanza de las Ciencias (Espanha), Ciência e Educação (Brasil) e Investigações em Ensino de Ciências (Brasil). Para tanto, usamos as seguintes palavras chaves: experimentação, trabalho prático, trabalho experimental, Ensino de Ciências, Ensino de Biologia e atividades investigativas. Nessa consulta encontramos vinte e nove artigos publicados no período de 1998 a 2008. Após a leitura dos resumos selecionamos doze artigos relacionados ao tema em questão.

Dentre os artigos analisados encontramos cinco relacionados ao Ensino de Ciências, quatro ao Ensino de Física, dois ao Ensino de Química e apenas um ligado diretamente ao Ensino de Biologia. Esse resultado evidencia que, em relação ao estudo da experimentação, o Ensino de Biologia carece de pesquisas. Deste modo, acreditamos que o presente trabalho oferece novas informações possibilitando, assim, avanços nesta área do conhecimento.

Também utilizamos contribuições de outros autores para o norteamento deste trabalho. Dentre eles podemos destacar: Axt (1991), Herron (1971), Hodson (1994) e Silva e Zanon (2000).

1.1 Críticas e Reestruturação do Ensino Experimental ao Longo dos Anos

As pesquisas em Ensino de Ciências vêm crescendo nos últimos anos, e um assunto muito abordado e discutido é a utilização de trabalhos experimentais como estratégia de ensino. Nessa perspectiva, um número significativo de especialistas em Ensino de Ciências propõe a substituição do verbalismo das aulas expositivas, e da grande maioria dos livros didáticos, por atividades experimentais (FRACALANZA *et al*, 1986), embora a experimentação seja apenas uma das muitas alternativas possíveis para que ocorra uma aprendizagem significativa.

O estudo bibliográfico sobre o tema de interesse deixou evidente que apesar de vários autores reconhecerem o potencial pedagógico das aulas experimentais, muitas críticas são feitas às diversas formas de sua aplicação no Ensino de Ciências em geral. Como exemplo destacamos as concepções simplistas de muitos colegas sobre o potencial pedagógico desse tipo de trabalho; dicotomia entre teoria e prática; falta de equipamentos adequados; problemas na formação inicial e continuada de professores.

1.1.1 Concepções simplistas sobre o potencial pedagógico das aulas experimentais

Gil-Perez (1986) ao comentar sobre a concepção de ciências e da natureza da metodologia científica de professores e alunos identifica o empirismo-indutivismo¹ como sendo a concepção mais comum entre eles. Esta visão desvaloriza a criatividade do trabalho científico e leva os alunos a compreenderem a

¹ O autor utiliza o termo empirismo-indutivismo significando a junção dos termos empirista e indutivista. Destaca o papel neutro da observação e considera que a ciência está à espera de ser descoberta e que consiste de verdades inquestionáveis. Sendo assim as teorias são simples conjecturas que os alunos podem elaborar a partir de dados empíricos oriundos da observação.

ciência como um conjunto de verdades inquestionáveis, introduzindo rigidez e intolerância em relação ao pensamento científico. É essa visão de ciência e de método científico que fundamenta a dicotomia aula prática e aula teórica. Nesse sentido, a atividade experimental assume um papel meramente ilustrativo, ou seja, limita-se a comprovar o conhecimento teórico aprendido na sala de aula.

Silva e Zanon (2000, p.121) afirmam que a prevalência da concepção empirista é um indício de que muitos professores ainda imaginam ser possível “comprovar a teoria no laboratório”. Essa percepção ainda é dominante em contextos escolares, o que obstaculiza a valorização e o desenvolvimento da criatividade do estudante. As autoras também destacam que essa concepção científica deve ser superada, mas ressaltam que é uma tarefa difícil de ser concretizada. É necessário analisar a complexidade da atividade científica, com suas várias possibilidades, considerando também as características individuais e dinâmicas dos próprios cientistas. Reiteram que tanto a observação como o experimento orientam-se pela teoria, e destacam a dependência que nossas próprias observações empíricas têm de nossos conhecimentos e vivências anteriores. A ciência se alimenta da dúvida e da indagação, o conhecimento só avança com base em questionamentos. Por isso, ao invés de tornar definitivo o conhecimento, é importante valorizar o sentido da provisoriedade (GIL-PEREZ, 1993).

Medeiros *et al.* (2000), ao realizarem um estudo com o propósito de examinar as convicções filosóficas que dão suporte aos comportamentos de alguns professores de física, ao lidarem com o ensino da Física no contexto de um laboratório, apontam que os entrevistados apresentaram uma variedade de

posições, dentre as quais o indutivismo ingênuo² e o realismo ingênuo³, que parecem dominantes. Posturas, porém, mais sintonizadas com um realismo crítico⁴ foram identificadas entre poucos indivíduos. Segundo os autores, diante do conservadorismo apresentado na visão de grande parcela dos professores entrevistados, não seria de se esperar, da parte deles, algo muito diferente no tocante à produção do conhecimento. Assim sendo, os experimentos parecem continuar a funcionar para estes professores como revelador da verdade, pois certamente o tipo de abordagem a ser desenvolvida pelos docentes depende diretamente das suas próprias convicções e da sua formação anterior.

Galiazzi *et al.* (2001) apresentam os resultados de uma investigação coletiva sobre os objetivos das atividades experimentais. A pesquisa foi realizada em uma disciplina optativa de um curso de formação de professores de Química. Durante o desenvolvimento da pesquisa, todos os participantes eram envolvidos em uma reflexão constante sobre suas próprias concepções. Os autores destacam ser necessária a inclusão de estudos desse tipo na formação inicial e continuada dos professores na tentativa de construir concepções pessoais mais fundamentadas. Para os autores, uma interpretação possível da visão simplista dos professores das

²Os autores utilizam o termo indutivismo ingênuo significando a conjunção das posturas, empirista e verificacionista. Em relação à questão da origem do conhecimento, por exemplo, a resposta do empirismo é a de afirmar que todo conhecimento nasce diretamente das observações. No tocante à segunda questão, sobre os mecanismos de validação do conhecimento científico, a posição verificacionista assume que a aceitação daquele dar-se-a pelas comprovações experimentais. A tarefa do cientista, portanto, segundo a posição verificacionista, é de comprovar as teorias científicas. O mecanismo de como proceder a tal verificação é a indução, a repetição sistemática e rigorosamente controlada dos experimentos, levando a uma generalização.

³ O termo realismo ingênuo é usado com a seguinte definição: não apenas a realidade existe independentemente da nossa cognição, mas que, igualmente, “as afirmações da ciência são descrições fiéis de como a realidade é”. Dizendo de um outro modo, “a posição do realismo ingênuo equivale a uma adesão completa ao objetivismo, à primazia do objeto sobre o sujeito cognoscente”. Para o realismo ingênuo as afirmações da ciência têm o status de “verdades inquestionáveis”. Em tal posição não existe uma mediação, é como se “o cientista tivesse o telefone de Deus”.

⁴ A postura do realismo crítico é a de assumir a primazia da existência do mundo admitindo, no entanto, que as descrições da ciência são apenas modelos ou construções metafóricas dela. Neste sentido, a postura do realismo crítico livra-se da ortodoxia da visão realista ingênua, sem correr o risco de cair num construtivismo idealista (MATTHEWS 1994, apud MEDEIROS *et al.*, 2000).

Ciências Experimentais é que, em geral, acreditam nas atividades experimentais e na sua importância para a aprendizagem, sem nunca questioná-las. Estas visões sobre a experimentação foram construídas ao longo de sua vivência profissional e eles pouco refletem sobre os objetivos desse tipo de atividade. A maioria, estão impregnados de princípios empiristas que podem ter sido aprendidos de forma ambiental e que contribuem para a manutenção da crença irrefletida sobre sua própria prática.

Dessas reflexões sobre a concepção de ciência, diríamos que a visão empirista-indutivista, apesar de dominante, é considerada ultrapassada por alguns filósofos contemporâneos da ciência. Um pesquisador, quando atua, já tem suas concepções prévias, suas teorias. Trabalha com suas hipóteses em mente. Assim, uma atividade experimental deve ser elaborada levando em consideração o conhecimento prévio dos alunos, aceitando que nenhum conhecimento é assimilado do nada, mas deve ser construído ou reconstruído.

1.1.2 Dicotomia entre teoria e prática

Em relação à dicotomia teoria e prática, à medida que pretendemos proporcionar aos estudantes uma visão mais próxima do trabalho científico, os aspectos teoria, prática e problemas devem ser tratados como na atividade científica, absolutamente imbricados. Caso contrário, podem se tornar um verdadeiro obstáculo ao conhecimento científico (GIL PEREZ *et al*, 1999).

Para Axt (1991), os experimentos são frequentemente ministrados de forma aleatória e desvinculada do conteúdo, como se fossem um apêndice. O conteúdo da disciplina é tratado como um corpo objetivo de conhecimentos. Pouca

atenção é dada à potencialidade da experimentação como veículo de aprimoramento conceitual, admitindo-se, de forma implícita, que a firmeza conceitual pode ser alcançada através da aplicação coerente das fórmulas, ou, até mesmo, pela simples memorização. Nesse caso, o papel reservado para a experimentação é o de verificar aquilo que é informado na aula teórica, contribuindo para uma visão totalmente distorcida da relação entre teoria e prática. Na realidade, não deveria haver distinção entre sala de aula e laboratório, uma vez que, diante de um problema, o estudante deve fazer mais do que simples observações e medidas experimentais, pois as possíveis hipóteses por eles criadas, na tentativa de solucionar o problema, deveriam ser discutidas com o objetivo de se avaliar a pertinência, a viabilidade e, se for o caso, propor procedimentos que possam verificar as diferentes propostas de solução. Nessa perspectiva, a teoria e a prática passam a ser vistas como um processo único que possibilita a aprendizagem de conceitos científicos.

1.1.3 Falta de equipamentos adequados e problemas na formação inicial e continuada de professores

No que se refere às dificuldades impostas ao ensino experimental, Axt (1991) aponta para dois fatores: a falta de equipamento e a impossibilidade de fazer reparos ou reposições e a pouca qualificação dos professores.

Silva e Zanon (2000) também reiteram os mesmos problemas, sinalizando que os professores consideram a experimentação fundamental para melhorar o ensino e lamentam a carência de condições para tal, referindo-se a turmas grandes, inadequação da infraestrutura física/material e carga horária

reduzida. Destacam, ainda, que os docentes nem sempre focalizam os aspectos centrais dessa problemática, que dizem respeito à carência em sua formação e à falta de clareza sobre o papel da experimentação na aprendizagem dos alunos. Concordamos com os autores quando afirmam que o ponto primordial da ausência da experimentação está na formação docente e não apenas na falta de infraestrutura. Acreditamos que de nada adiantará um laboratório bem estruturado se os docentes continuarem com uma visão simplista a respeito da experimentação, considerando como funções exclusivas do trabalho experimental comprovar leis e teorias, motivar o aluno e desenvolver habilidades técnicas ou laboratoriais. Portanto, para superar este obstáculo faz-se necessário, entre outros aspectos, rever a estrutura curricular dos cursos de formação inicial e continuada de professores, pois a maioria deles está centrada na dicotomia entre teoria e prática. Como exigir que a prática pedagógica do futuro professor seja inovadora se a vivência como estudante foi centrada nessa dicotomia?

Nessa mesma linha de pensamento, García Barros *et al.* (1998) em seu estudo que realizou envolvendo professores em formação e egressos, mostra a necessidade de se incluir na formação inicial e continuada de professores discussões sobre as limitações das práticas habituais e propostas para analisar atividades de caráter investigativo. Os autores ressaltam que mudanças no processo de formação de professores devem ocorrer também nas metodologias empregadas pelos professores das disciplinas que compõem o currículo.

Laburú (2005) também reitera que a universalização de certos experimentos e a prática didática comum devem-se mais ao limitado conhecimento profissional dos professores, que se prendem aos livros escolares e à reprodução de práticas didáticas a qual estiveram submetidos em sua formação.

Assim, acreditamos que, a partir do momento que tivermos professores com uma melhor formação, o problema da falta de equipamentos poderá ser sanado ou minimizado quando estes perceberem o potencial das atividades práticas e cobrarem os materiais específicos em suas salas de aula.

1.1.4 Outras críticas e reflexões sobre o papel do Ensino Experimental

Hodson (1994) apresenta em seu artigo de revisão um exame crítico sobre o papel da experimentação e os supostos benefícios alcançados por ela. Propõe argumentos teóricos para reforçar a ideia de que muito do trabalho experimental que se faz nas escolas é mal concebido, confuso e improdutivo, sendo, portanto, de pequeno valor educacional. De acordo com o autor, as categorias que sintetizam os objetivos da experimentação, segundo o entendimento dos professores de Ciências, podem ser resumidas:

- a) para motivar, estimulando o interesse;
- b) para ensinar habilidades de laboratório;
- c) para aumentar a aprendizagem de conceitos científicos;
- d) para promover a introdução ao método científico e desenvolver o raciocínio através de sua utilização;
- e) para desenvolver certas "atitudes científicas", tais como objetividade e prontidão para emitir julgamentos (HODSON, 1994, p. 300).

Ainda de acordo com Hodson (1994), a utilização de atividades experimentais como um recurso para motivar os alunos é um equívoco. Primeiramente, nem todos os alunos sentem-se motivados, alguns inclusive possuem aversão a este tipo de atividade. Outro aspecto é que as expectativas em

relação à experimentação diminuem conforme os estudantes começam a vivenciar esse tipo de atividade. Ao levantar esse ponto, é importante destacar que o objetivo não é negar a importância da motivação ou da ludicidade no processo de aprendizagem, porém, segundo as pesquisas, a experimentação não precisa se sustentar apenas neste objetivo, pois ela possui um potencial muito mais amplo.

O autor também faz várias críticas ao uso da experimentação para o desenvolvimento de destrezas técnicas. Para ele, é difícil perceber de que forma a habilidade de usar um instrumento ou dominar alguma técnica possa ser transferida para situações da vida cotidiana. Além do mais, dependendo do tipo de experimento, pode não haver a aquisição de tais habilidades.

Hodson (1994) também salienta que é preciso ensinar somente aquelas destrezas técnicas úteis para o ensino posterior e, quando esse for o caso, as habilidades precisam ser desenvolvidas em um nível de competência satisfatório. Se a execução de um experimento requer uma habilidade da qual o estudante não necessitará novamente, ou exige um nível de desempenho que não possa ser rapidamente atingido, como manipulação de ácidos, abordagens alternativas devem ser usadas, tais como: demonstrações pelo professor, simulações com o computador, etc.

Assim, em uma aula prática, deve-se evitar o demasiado tempo despendido para a metodologia e o reduzido tempo destinado a reflexão. O importante deve ser o desafio cognitivo que o experimento ofereça e não o manuseio de equipamentos e vidrarias. Os estudantes devem estabelecer conexões entre a atividade em questão e os conhecimentos conceituais correlacionados (HODSON, 1994).

Hodson (1994) ainda destaca que o único modo eficaz de aprender a fazer Ciência é praticando a Ciência de maneira crítica e não aprendendo uma “receita” que pode ser aplicada em todas as situações. Ele considera que a ineficácia educativa do trabalho experimental no que diz respeito à compreensão dos conceitos científicos deve-se, sobretudo, à passividade intelectual dos alunos quando se promove atividades em que estão ausentes o debate e a exploração das ideias.

Séré (2002) coloca que “fazer” não é suficiente para “aprender”. É indispensável “fazer” e tomar consciência do que se faz para “aprender” procedimentos e saber usá-los. Assim, para o alcance dessa tomada de consciência, é necessário uma maior autonomia por parte dos estudantes durante os trabalhos experimentais.

Deve-se reconhecer que existe uma dependência entre estratégias eficientes e a capacidade que elas possuem de potencializar a motivação de grande parte dos alunos (LABURÚ *et al.*, 2006).

Hodson (1994) também discute sobre as normas de segurança. O autor destaca que não basta problematizar a experimentação apenas do ponto de vista pedagógico, ainda há que se preocupar com os riscos quanto à integridade física dos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem.

Diante dos fatos comentados e da minha experiência como docente, tenho percebido que a simples realização de atividades práticas, tal como sugere a maioria dos livros didáticos, como um receituário que propõe apenas ilustrações dos conhecimentos teóricos, sem criar espaço para que os alunos questionem, nem sempre contribue para melhorar o aprendizado do aluno.

Essa forma de conceber a atividade experimental não proporciona ao estudante a possibilidade de desenvolver uma experiência de investigação. Assim sendo, os protocolos devem ser mais abertos e flexíveis, dando orientações para que se consiga resolver o problema proposto e, ao mesmo tempo, tendo cuidado para evitar que o aluno não se perca pela falta de informações ou desestruturação do mesmo.

Diante dessas reflexões sobre os problemas atribuídos ao trabalho experimental diríamos que ele, apesar de importante para o Ensino das Ciências, necessita de reavaliações.

Passaremos agora a discutir como os autores apresentam sugestões para melhor explorar as atividades desenvolvidas no laboratório.

1.2 Novas ideias acerca das atividades experimentais

A utilização de atividades experimentais pode trazer um grande avanço no Ensino de Ciências. No entanto, mal conduzida pode confundir e desanimar os alunos. A forma como a experimentação deve ser usada dependerá muito da habilidade e do conhecimento do professor para saber quais atividades deverão ser monitoradas, quais fenômenos deverão ser explorados e que conceitos serão estudados em cada experimento. A condução do professor na exploração dos fenômenos indicará como os alunos irão compreender as novas informações. Portanto, é primordial que os objetivos do experimento estejam bastante claros e sejam compatíveis com os aspectos cognitivos do aluno, pois, desta forma, tanto o professor quanto o aluno terão mais facilidade em perceber a verdadeira importância de uma aula experimental. Sendo assim, não basta apenas o docente dominar o

conteúdo em questão, mas sim tornar-se um questionador, argumentando e propondo desafios, ou seja, atuando como orientador do processo de ensino (AZEVEDO, 2004).

Álvarez *et al.* (2004) apresentam em um de seus artigos as conclusões de uma pesquisa referente à visão dos estudantes sobre como são os trabalhos de laboratório. Os resultados indicam que os alunos consideram que trabalhos de comprovação de hipóteses e de investigação permitem aprender conceitos científicos e alguns observam que também promovem a socialização, mas afirmam que não realizaram este tipo de atividade. O trabalho prático, quando ocorre, enquadra-se dentro de um ensino de transmissão de conhecimento por recepção, caracterizando-se pelo baixo nível de indagação e sem necessitar de habilidades de investigação.

As autoras sinalizam que existe uma distância clara entre o que propõem os especialistas em Ensino de Ciências e os trabalhos desenvolvidos pelos professores. Os primeiros defendem trabalhos que se caracterizem por um desafio intelectual e que promova a reflexão. Já nas escolas estudadas por elas, predominam experimentos de verificação que raramente promovem algum tipo de reflexão. Também destacam a necessidade de redefinição da estrutura dos trabalhos práticos, favorecendo a discussão e possibilitando a busca de interpretações sobre os objetos estudados.

De uma forma geral, o artigo evidencia a pertinência de se aplicar estratégias inovadoras de experimentação. Ressalta que existem várias formas, finalidades e vertentes para se conduzir uma aula, incorporando as atividades experimentais. Pode-se dizer, a partir deste artigo, que o trabalho experimental ainda não tem um papel muito evidente no processo de ensino e aprendizagem de

Ciências, e que é pouco explorado pelos professores. Mas a maioria dos investigadores dessa área acredita que o trabalho experimental possui um forte potencial para facilitar o desenvolvimento de capacidades e habilidades científicas por parte dos aprendizes, capacitando-os para atuarem na sociedade de modo mais eficaz e consciente.

Praia *et al.* (2002) assinala que as generalizações rápidas, fáceis, e mesmo simplistas dos fenômenos devem ser abolidas, uma vez que enunciam propósitos epistemológicos regressivos. Segundo os autores, o que mais importa numa perspectiva empirista, olhada pelo lado didático, são os resultados finais independentemente dos processos da sua obtenção, ou seja, não existe problematização, não se destacam os aspectos mais complexos e difíceis da pesquisa, nem as condições teóricas e técnicas da produção. Também, muitas vezes, não se analisa o real significado da experiência e tão só o que é previsível que aconteça. Concordamos com estes autores e salientamos que existe uma ausência na apreciação do processo durante as atividades experimentais, enfatizando que é apenas o resultado o que importa, e não como ele foi obtido.

Podemos perceber, desta forma, a importância de se planejar e se executar atividades experimentais que privilegiem a elaboração de hipóteses pelos alunos. Atividades propostas para que o aluno participe ativamente do processo de coleta de dados, análise, discussão, elaboração de hipóteses, isto é, que sejam planejadas com o objetivo de explorar habilidades cognitivas, podendo contribuir para o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos em busca de um aprendizado significativo.

Levando-se em conta que o conhecimento avança com a problematização, a presença de questionamentos deve ocorrer em todas as etapas

de um experimento e não apenas na forma de perguntas ao final de um relatório. Vale ressaltar que questões apresentadas ao final da atividade experimental podem auxiliar no processo de avaliação dos estudantes, mas os questionamentos também podem começar como ponto de partida de um experimento, podem ser apresentados como um problema, ou ainda como modo de favorecer uma previsão, explicação, justificativa e perceber a aprendizagem dos alunos.

Além disso, deve-se destacar que a discussão de uma situação problema nem sempre leva à solução dele, e que mais importante que resolver o problema é o método utilizado para tal. Assim, solucionar ou não um problema envolve o processo de pensar e possibilita desenvolver as potencialidades de raciocínio dos alunos.

Diante da resolução de um problema, habitualmente o professor espera que o aluno obtenha um resultado correto. E se acaso isso não aconteça, normalmente, o professor desconsidera todo processo de construção.

Investigar as razões pelas quais os resultados encontrados foram diferentes dos previstos pode ser uma alternativa tão rica quanto a de obtê-los (BIZZO, 1998).

O que precisa ficar claro, e que nem sempre é percebido, é que para o aluno chegar a esse resultado “errado”, ele precisa raciocinar e que todo entendimento a respeito do que lhe foi passado está representado no processo que conduz à resposta errada. Assim, faz-se necessário que o professor tenha bastante cuidado ao criar situações-problema e considere os registros escritos e as manifestações orais dos alunos, os “erros” de raciocínio e o processo de aprendizagem. Neste sentido, a atitude do professor em relação a esses “erros” passa a ser de investigação, ou seja, por que o aluno seguiu esse caminho e não

outro? Quais foram os conceitos que ele utilizou para chegar a tal resultado? Quais conceitos precisam ser revistos? Pois o "erro" é normal no processo de acerto, isto é, faz parte do processo da aprendizagem.

Quando um aluno é capaz de perceber um erro é porque ele está atento, analisando as informações transmitidas e comparando-as com seu conhecimento adquirido. Sendo assim, os erros não devem ser ignorados e sim valorizados para gerar reflexões e possibilitar o uso da capacidade de raciocínio.

No entanto, são dadas poucas oportunidades para discutir fontes experimentais de erro, formular hipóteses e propor maneiras de testar essas hipóteses, ou planejar e depois realizar uma experiência.

Se os alunos não participarem de uma discussão após a prática laboratorial, pode-se perder muito do valor de uma investigação interessante. As discussões antes e depois da realização da atividade podem melhorar a aprendizagem quando é dado tempo aos alunos para pensarem sobre perguntas e respostas.

Enfim, independente do tipo de experimento realizado, o que deve ser valorizado é o grau de problematização que este experimento possui. A esse respeito os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências ressaltam:

(...) É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes. Como nos demais modos de busca de informações, sua interpretação e proposição são dependentes do referencial teórico previamente conhecido pelo professor e que está em processo de construção pelo aluno. Portanto, também durante a experimentação, a problematização é essencial para que os estudantes sejam guiados em suas observações (BRASIL, 1998, p. 122).

Desta forma, torna-se evidente a necessidade de desenvolver e executar atividades experimentais que criem oportunidade para os alunos se envolverem em um problema e procurar suas possíveis soluções com o auxílio do

professor. Esse é um ponto importante a ser levantado, pois não é simplesmente a adoção de atividades experimentais que faz com que haja melhorias no aprendizado do aluno; a forma como se procura relacionar as práticas com os conteúdos é o que se apresenta como decisivo no sucesso do trabalho.

O empenho dos alunos em tarefas que impliquem diversas fases de uma investigação científica, desde o planejamento, passando pelo levantamento de hipóteses e pela execução, incluindo a discussão, contribui para a construção do seu conhecimento. É nessa perspectiva que o trabalho experimental deve ser entendido, como uma atividade investigativa e cooperativa, facilitadora de aprendizagem significativa.

Assim, o que se busca atualmente no Ensino de Ciências é um ensino problematizado e contextualizado, que traga para a sala de aula as questões/dúvidas encontradas no cotidiano da sociedade e que busque resolvê-las à luz de conceitos técnicos e científicos. Desta forma, o aluno pode reconstruir estes conceitos, relacionando-os à sua vida, e pode deixar de ver os conhecimentos científicos como algo exclusivo dos cientistas, ou que precise se tornar um cientista para poder compreendê-los.

Uma alternativa de aproximar o cotidiano da escola é a criação de atividades experimentais que usem situações-problema que possibilitem aos alunos a construção e o despertar de sua criatividade e potencialidade. Neste sentido, torna-se necessário estruturar atividades a partir do tratamento de situações problemáticas mais abertas, susceptíveis de interessar os alunos a desenvolver um plano experimental coerente, que não seja indicado pelo professor, mas criado e desenvolvido com a participação dos estudantes. “A maneira como a

experimentação é realizada e sua integração no conteúdo são mais importantes que a própria experimentação.” (AXT, 1991, p. 88).

Dessa forma, podemos dizer que as atividades e materiais de laboratório não são apenas importantes, são fundamentais, desde que vinculados a uma metodologia adequada de discussão e análise do que está sendo estudado. Por outro lado, é válido destacar que há também muitas outras estratégias importantes no Ensino de Ciências e, assim, a experimentação deve ser vista como mais uma opção a ser usada no processo de aprendizagem.

1.3 Definindo termos

1.3.1 Significado do termo laboratório

Mas o que significa o termo laboratório? Esta palavra vem do francês antigo “laboratoire” que, por sua vez, vem do latim medieval “laboratorium”, de “labore” que quer dizer trabalhar. Mas o que diz o dicionário? Local onde se fazem experiências (FERREIRA, 1999).

Pode-se concluir, portanto, que o termo laboratório está associado a um “lugar específico”. A atual concepção de laboratório, enquanto um espaço isolado da sala de aula comum, é um conceito antigo que prevalece até os dias atuais. No período do Renascimento, por exemplo, os laboratórios eram isolados, geralmente localizados atrás das residências, o que permitia controlar o seu acesso. Em torno desse espaço, vários mitos se fizeram presentes. Dizia-se que quem entrasse em um laboratório não sairia mais! Esse espaço também já foi associado à

religião - ao catolicismo - como local de meditação de penitência, de experiência, em que a verdade da criação divina era revelada.

No século XIX, no período da industrialização, esta imagem de laboratório começa a ser modificada. Fica, então, evidenciado que um laboratório precisa de ocupantes, de material e de equipamentos. Relacionado a isso, desenvolve-se o ensino científico. Assim, no século XIX, o laboratório, ainda que privado, é um lugar típico em que se encontram alunos (aprendizes). O químico Justus Liebig, por exemplo, em 1826, já ensinava a seus alunos as técnicas práticas da química analítica em um laboratório.

Como se pode concluir, a concepção de laboratório não nasce associada à Universidade. Aos poucos, essa instituição foi incorporando e legitimando o laboratório. Hoje, é comum na maioria das universidades encontrarmos dois tipos de laboratório: o de ensino, onde as atividades visam quase que exclusivamente ilustrar as teorias descritas na aula teórica, e o laboratório de pesquisa, em que o pesquisador desenvolve o trabalho, muitas vezes com a participação de estagiários, mestrandos e doutorandos.

1.3.2 Trabalho prático, experimentação ou atividade prática?

A existência de um elevado número de termos que podem ser usados com o mesmo significado, “experiência”, “experimento”, “trabalho prático” e “atividade prática”, muitas vezes gera dúvidas e não esclarece o real significado da palavra.

Assim, usaremos as expressões “trabalho experimental” e “experimentação” como sinônimo de atividade prática. Tal definição também é

utilizada por Wooldnough (1991). Justificamos nossa escolha pois nesta investigação os alunos não são apenas expectadores durante o desenvolvimento das atividades experimentais. Pelo contrário, participam da resolução de problemas propostos, elaboram hipóteses e analisam os resultados obtidos propondo possíveis soluções para o problema.

Mas reiteramos que as atividades práticas no Ensino das Ciências não se esgotam na experimentação, tendo um conceito mais amplo que engloba qualquer atividade em que o aluno seja um sujeito ativo no processo de educação.

1.4 O problema de pesquisa

Feitas estas considerações, temos que a experimentação deve ter um papel diferenciado no Ensino de Ciências, que não aquele de apenas comprovar teorias ou simplesmente motivar os alunos. Ela deve ser vista como uma atividade provocadora de reflexão, uma estratégia capaz de suscitar discussões a partir das quais o conhecimento científico possa ganhar significado.

Parece-nos, pois, em virtude do que foi referido anteriormente, importante o desenvolvimento de estudos que analisem como as atividades práticas podem ser utilizadas como meio para o desenvolvimento da observação, da reflexão e de outras habilidades importantes para a compreensão de conceitos científicos e, particularmente, da Biologia. Resumindo, este trabalho será desenvolvido na tentativa de melhor compreender como ocorre a aprendizagem durante o desenvolvimento de atividades práticas em laboratórios didáticos no Ensino Fundamental.

Para o estudo que propomos fazer, tomaremos por base a classificação de atividades experimentais criadas com o intuito de analisar materiais

curriculares impressos que apresentavam sugestões de atividades para serem desenvolvidas durante as aulas e separá-los de acordo com o grau de autonomia dos estudantes. Esta classificação foi inicialmente apresentada por Schwab (1962, apud HERRON, 1971) em seu ensaio “The Teaching of Science as Enquiry” e posteriormente aprimorada por Marshall D. Herron (1971).

Herron (1971) aponta em seu artigo uma avaliação sobre materiais de ensino, mais especificamente livros didáticos de Biologia, Física e Química. Já naquela época, o autor destacava que, para promover mudança no Ensino de Ciências das escolas secundárias (atual ensino médio), é necessária esta avaliação. O autor selecionou três livros para examinar: *Physical Science Study Committee* (PSSC) curso de Física, *Chemistry Education Materials Study* (Chem Study), curso de Química e *Biological Science Curriculum Study* (BSCS) curso de Biologia, versão azul. Um dos pontos analisados por ele foi o grau de abertura apresentado nos protocolos experimentais. Para tanto, o autor construiu uma escala de níveis de abertura, conforme demonstra a tabela 1.

Tabela 1- Níveis de Abertura (Herron 1971)⁵

| Nível | Problema | Método | Solução |
|--------------|-----------------|---------------|----------------|
| 0 | Dado | Dado | Dada |
| 1 | Dado | Dado | Aberta |
| 2 | Dado | Aberto | Aberta |
| 3 | Aberto | Aberto | Aberta |

a) nível zero: os problemas, métodos e soluções são dados ou são imediatamente óbvios a partir das informações contidas no roteiro experimental. Dentro de tal categoria, também se enquadram as atividades em que os estudantes são simples observadores de experimentos ou quando estes apenas aprendem a dominar alguma técnica laboratorial em particular. Consiste em uma comprovação prática de princípios teóricos;

⁵ Tabela adaptada do artigo de Jiménez *et al.* (2006).

- b) nível um: o manual apresenta o problema pronto, descreve caminhos e fornece meios para o estudante descobrir relações que ainda não conhece;
- c) nível dois: os problemas são apresentados, mas os métodos e as soluções são deixados abertos. Caracteriza-se por ser uma investigação estruturada em que o estudante aprende a selecionar o material, desenvolver um método, pois estes dois fatores podem não ser totalmente facilitados pelo professor. É intermediária entre as práticas fechadas e as investigações abertas, aumentando assim a autonomia e potencializando a tomada de decisões, já que não se facilita toda a informação necessária para a busca e análise dos dados;
- d) nível três: o problema, bem como os métodos e as questões é deixado aberto. O estudante é confrontado com o fenômeno bruto.

Como exemplo de utilização da escala mostrada na Tabela 1, Herron (1971) analisa e classifica cinquenta e duas atividades laboratoriais do PSSC. Seus resultados apontam que trinta e nove atividades (aproximadamente 75%) foram julgadas ser do nível zero. Onze atividades (aproximadamente 21%) foram classificadas no nível um e duas (aproximadamente 4%) no nível dois. Nenhuma foi descrita nem sequer aproximando do terceiro nível de abertura. O resultado dessa comparação indica que estudantes que utilizaram o PSSC provavelmente vão encontrar dificuldades ao formularem um problema ou criarem uma hipótese.

A grande maioria das atividades experimentais utilizadas atualmente também seguem o mesmo padrão descrito acima. Os protocolos de laboratório normalmente utilizados pelos professores são “fechados”, correspondendo ao nível zero na escala proposta por (HERRON, 1971). Os mesmos possuem um formato

que não permite ao estudante seguir outro caminho alternativo, sendo predominantemente experimentos de verificação, o que não promove a reflexão.

Seguindo a mesma linha de pensamento, Jiménez *et al.* (2006) consideram que “níveis baixos” de abertura requerem processos cognitivos de baixa ordem (conhecimento) e não levam a uma aprendizagem significativa. Atividades desse tipo não permitem ao aluno exercitar a reflexão, pois o professor dirige todo o trabalho e o estudante apenas repete as instruções do guia. Essa prática tipo “receita” não dá nenhuma importância à planificação da investigação ou à interpretação dos resultados. Normalmente, não se concede o tempo suficiente para reflexão, nem para integrar a prática com os conceitos ou proposições que o aluno já conhece.

Práticas caracterizadas por “níveis abertos” requerem muito mais atenção e esforço intelectual do aluno, são menos dirigidas e conferem aos estudantes uma responsabilidade muito maior na hora de decidir o procedimento adequado, o que favorece à reflexão e à discussão, além de possibilitar ao aluno associar de uma maneira mais clara os conceitos teóricos aos dados empíricos. Assim, parece que a implementação de contextos compatíveis com os da cultura científica podem ser buscados na tentativa de propor aos estudantes problemas cuja solução não esteja definida de antemão e pode não ser a única, valorizando não a solução e sim o caminho que se usa para chegar a ela. Aprender Ciência não é só aprender conceitos e modelos, é também praticar de alguma forma o trabalho científico.

Também é válido ressaltar que uma das preocupações referente às investigações é o tempo de realização. Este problema preocupa a maioria dos professores e pesa na hora de selecionar uma atividade. Os docentes em geral são

pouco conscientes de que a aprendizagem, que implica conhecimentos, procedimentos e atitudes, requer tempo, pois é necessário expressar ideias, confrontá-las, testá-las e comprová-las ou refutá-las com a reflexão durante todo o processo. Este é um processo lento e demorado. O professor que queira desenvolver uma investigação tem que ter consciência das dificuldades que terá.

O aluno também não está habituado com este tipo de atividade, pois desde as séries iniciais foi condicionado a receber tudo pronto. Sendo assim, pode haver uma resistência por parte do estudante na utilização de protocolos mais flexíveis, uma vez que estão familiarizados com o roteiro tipo “receita”, em que tudo já vem pronto. Além disso, ele pode se sentir inseguro para a execução das atividades, quando não recebe orientação considerada adequada.

O uso de protocolos mais abertos e flexíveis é fundamental, mas sempre dando orientações para que se consiga resolver o problema proposto e, ao mesmo tempo, tendo cuidado para evitar que o aluno não se perca pela falta de informações ou desestruturação. Sendo assim, tais atividades devem ser explicitamente planejadas (GIL, 1993).

Um caminho possível para propiciar uma aprendizagem significativa através de atividades laboratoriais é desenvolver e pôr à prova atividades experimentais utilizando “guias abertos”, ou seja, propondo atividades cujo formato permite certo grau de liberdade ao aluno, isto é, investigações dirigidas (GURIDI *et al.* 2008).

Guridi *et al.* (2008) colocam os seguintes critérios como orientadores no momento de elaborar os guias:

- a) que despertem a motivação dos estudantes;

- b) que proponham atividades que levem em consideração as ideias prévias dos estudantes sobre o fenômeno a estudar e permitam aos estudantes emitirem suas próprias hipóteses;
- c) que os estudantes possam provar diferentes formas de experimentação;
- d) que fomentem a discussão entre os grupos;
- e) que sejam experiências que enfatizem aspectos qualitativos e não somente quantitativos;
- f) que se introduza, na medida do possível, a história da Ciência para permitir ao estudante conhecer os problemas que existiam na comunidade científica em um determinado momento e a forma como foram abordados tais problemas.

Vale reforçar que atividades práticas que seguem esse tipo de guia requerem um maior tempo de realização e uma maior preparação por parte do professor. Os trabalhos práticos com essas características são apresentados como uma maneira de privilegiar a participação do aluno na construção do conhecimento. Nesta perspectiva, os alunos não são meros expectadores e receptores de conceitos, teorias e soluções prontas. Pelo contrário, eles participam da resolução de um problema proposto pelo professor ou por eles mesmos, elaboram hipóteses, coletam dados e os analisam, elaboram conclusões e compartilham os seus resultados com os colegas. O professor se torna um questionador, conduzindo perguntas e propondo desafios aos alunos para que estes levantem suas próprias hipóteses e proponham possíveis soluções para o problema (GALIAZZI E GONÇALVES, 2004). Assim, estas atividades sempre priorizam a participação dos estudantes na solução do problema.

Caamaño (1993, apud BONITO 1996) apresenta uma classificação de atividades práticas baseada nos objetivos e procedimentos. Ela pode ser dividida em

cinco categorias: experiências, experimentos ilustrativos, exercícios práticos, experimentos para contrastar hipóteses e investigações.

a) As experiências são realizadas para atingir objetivos como apreciar o mundo físico e a aquisição de uma experiência direta de fenômenos naturais ou adquirir um potencial de conhecimento subentendido.

b) Os experimentos ilustrativos possuem a finalidade de exemplificar princípios, comprovar ou (re)descobrir leis, melhorar a compreensão de determinados conceitos, adquirir habilidades técnicas ou desenvolver competências para planificar pequenas investigações.

c) Os exercícios práticos desenvolvem habilidades práticas, operacionalizam estratégias de investigação, possibilitam adquirir habilidades de comunicação ou desenvolvem processos cognitivos num contexto científico.

d) Os experimentos para contrastar hipóteses serão usados para desenvolver capacidades cognitivas de contrastar e refutar hipóteses ou adquirir capacidade argumentativa.

e) Investigações serão desenvolvidas para que os estudantes resolvam problemas, utilizando estratégias científicas, criem hipóteses argumentadas, confrontem as ideias pessoais com os modelos, analisem fatos relevantes numa situação ou fenômeno, apliquem conceitos e desenvolvam procedimentos intelectuais, generalizações e abstrações.

Nessa perspectiva, o que propomos investigar é o uso da experimentação como uma atividade provocadora de reflexão para o ensino de conceitos, princípios e procedimentos científicos em Ciências visando à aprendizagem significativa.

Diante disso, procuramos responder à seguinte questão: é possível desenvolver atividades experimentais que considerem a unidade entre teoria e prática em uma escola que faz uso de protocolos que têm como objetivo ilustrar os conhecimentos explicados durante as aulas teóricas?

Acreditamos que, embora se reconheça que o protocolo do tipo ilustrativo possa contribuir para a aprendizagem, é possível desenvolver trabalhos práticos que priorizem a análise e reflexão sobre o problema, a formulação de hipóteses bem como sua verificação. Ou seja, pretendemos demonstrar que mesmo em uma escola em que as aulas de ciências são divididas entre aula teórica (sala de aula) e aula prática (laboratório), é possível realizar atividades experimentais que privilegiem mais o processo de produção de conhecimento por parte do aluno, do que o produto final (feitura do relatório).

2 REFERENCIAL TEÓRICO: TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria de David Ausubel é uma teoria cognitivista que busca explicar teoricamente o processo de aprendizagem. A ideia central de sua teoria é a da aprendizagem significativa. Para Ausubel *et al.* (1980), aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Esse processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual ele define como conceitos subsunçores ou simplesmente subsunçores, existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Nessa perspectiva, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Esse processo de interação da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor. Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos, ou limitados e pouco desenvolvidos, dependendo da frequência com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor.

Os autores também destacam a aprendizagem do tipo mecânica (automática) da aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem mecânica é aquela em que os conhecimentos são armazenados de forma aleatória e não se relacionam de maneira substancial a um subsunçor (MOREIRA, 2006).

O conhecimento adquirido pela aprendizagem mecânica fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. Segundo Ausubel, esse tipo de aprendizagem é

necessária e inevitável no caso de conceitos inteiramente novos para o aprendiz, mas posteriormente ela poderá se transformar em significativa na medida em que as informações adquiridas dessa forma vão se organizando e servem de subsunções para novas aprendizagens. Ou seja, Ausubel não vê uma dicotomia entre a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa.

Para facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel *et al.* (1980) propõem que a programação do conteúdo a ser ensinado obedeça basicamente a três princípios:

- a) organizadores prévios;
- b) diferenciação progressiva;
- c) reconciliação integradora.

2.1 Organizadores prévios

Ausubel *et al.* (1980) propõem a utilização de organizadores prévios; materiais adequadamente relevantes e introdutórios como principal estratégia para manipular a estrutura cognitiva procurando aumentar a facilitação da aprendizagem. Esses organizadores devem ser materiais introdutórios apresentados antes do próprio material de aprendizagem com o objetivo de facilitar a interação entre o que o aluno já sabe e o que deve saber. Caracterizam-se por apresentar um nível de abstração mais elevado, maior generalidade e inclusividade do que o novo material a ser aprendido. Também destacam três razões para a utilização de organizadores:

1. A importância de ter ideias estabelecidas relevantes e de outra forma apropriada já disponíveis na estrutura cognitiva para tornar logicamente significativas ideias novas potencialmente significativas e lhes dar um esteio estável.
2. As vantagens de usar as ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina como ideias de esteios ou subordinadores.
3. O fato de que eles próprios tentam tanto identificar um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva como indicar explicitamente a

relevância deste conteúdo e a sua própria relevância para o novo material de aprendizagem (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 144).

Em resumo, a principal função do organizador está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 144).

Vale ressaltar que um organizador prévio não é uma síntese daquilo que vai ser apresentado; ele deve estar num grau de abstração mais elevado para facilitar a integração da nova ideia, atuando como ponte com a estrutura hierárquica de conhecimentos já existentes.

2.2 Diferenciação Progressiva

Ausubel *et al.* (1980) explicam a diferenciação progressiva a partir de dois pressupostos:

(1) É menos difícil para os seres humanos compreender os aspectos diferenciados de um todo previamente aprendido, mais inclusivo do que formular o todo inclusivo a partir das suas partes diferenciadas previamente aprendidas. (2) Num indivíduo, a organização do conteúdo de uma disciplina particular consiste de uma estrutura hierárquica na sua própria mente. As ideias mais inclusivas ocupam uma posição no topo desta estrutura e abrangem proposições, conceitos e dados factuais progressivamente menos inclusivos e mais diferenciados (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 159).

Segundo a ideia de diferenciação progressiva, deve-se, primeiramente, ensinar os conceitos em um nível geral, para depois atingir um nível maior de detalhamento, ou seja, primeiro se apresentam às ideias mais gerais que serão, progressivamente, detalhadas em termos de especificidade.

2.3 Reconciliação Integradora

É o processo pelo qual se reconhecem novas relações entre conceitos até então vistos de forma isolada. Para facilitar esse processo, o material didático deve ser feito para explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas além de reconciliar inconsistências reais ou aparentes. Cabe salientar que toda aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará em aprendizagem significativa.

Segundo Ausubel *et al.* (1980) existem duas condições necessárias à ocorrência da aprendizagem significativa. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender. Se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrariamente e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Para a aprendizagem ser significativa, é necessário que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva o novo material ou conteúdo.

Em segundo lugar, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não arbitrária. A condição de que o material seja potencialmente significativo envolve dois fatores principais:

quanto à natureza do assunto, esta deve ser suficientemente não arbitrária e não aleatório, de modo a permitir o estabelecimento de uma relação não arbitrária e substantiva com ideias correspondentemente relevantes localizadas no domínio da capacidade intelectual humana. O segundo fator que determina o potencial significativo do material de aprendizagem é uma função que pertence à estrutura cognitiva do aluno e não ao material da aprendizagem.[...] Portanto, para que a aprendizagem significativa ocorra de fato, não é suficiente que as novas informações sejam simplesmente relacionadas; é também necessário que o conteúdo ideacional relevante esteja disponível na estrutura cognitiva de um determinado aluno (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 36).

Ausubel *et al.* (1980) distinguem três tipos de aprendizagem significativa: aprendizagem representacional, aprendizagem de conceitos e aprendizagem proposicional.

A aprendizagem representacional é basicamente uma associação simbólica primária, atribuindo significados a símbolos. Refere-se ao significado de palavras ou símbolos unitários. Para os autores, no caso de alguma pessoa num estágio mais primitivo de desenvolvimento, o que um determinado símbolo significa ou representa é inicialmente algo completamente desconhecido para ele, é algo que ele tem que aprender.

O processo através do qual ele aprende isso, denominado aprendizagem representacional, é coextensivo com o processo pelo qual novas palavras passam a representar para ele ideias ou objetos correspondentes aos quais as palavras se referem. As novas palavras passam a significar para ele as mesmas coisas que os referentes e remetem ao mesmo conteúdo significativo diferenciado (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 39).

A aprendizagem de conceitos é uma extensão da representacional, mas em um nível mais abrangente e abstrato, como o significado de uma palavra, por exemplo. Ausubel *et al.* (1980) apresentam dois métodos de aprendizagem de conceito: formação de conceito e assimilação de conceito.

A formação de conceito ocorre primordialmente em crianças de idade pré- escolar. Nesse método, os atributos essenciais do conceito são adquiridos por meio de experiência direta e através de estágios sucessivos de formulação de hipóteses, testes ou generalizações.

A assimilação de conceito é a forma dominante de aprendizagem de conceito em crianças em idade escolar e adultos. Esses conceitos só serão assimilados se os atributos essenciais dos novos conceitos estiverem definidos em termos de novas combinações de referentes disponíveis na estrutura cognitiva da criança.

A aprendizagem proposicional diz respeito ao significado de ideias expressas por grupos de palavras combinadas em proposições ou sentenças. Nesse caso, a tarefa da aprendizagem significativa não se reduz ao aprendizado do que representam as palavras isoladamente ou à combinação das mesmas; refere-se, ao aprendizado do significado de novas ideias expressas de forma proposicional.

A estrutura proposicional propriamente dita é o resultado da combinação de várias palavras isoladas que se relacionam entre si, cada uma representando uma unidade referencial. As palavras isoladas combinam-se de tal forma que compõe um todo. [...] Consequentemente, a aprendizagem representacional é básica, ou um pré-requisito para a aprendizagem proposicional verdadeira, quando então, as proposições são expressas verbalmente (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 40).

A aquisição de significados na estrutura cognitiva se dá através da assimilação, que pode ser entendida como tendo um efeito facilitador na retenção. Após esse estágio, ocorre a assimilação obliteradora, onde o conceito recém assimilado, que antes podia ser desassociado, passa a integrar o subsunçor definitivamente, não permitindo mais uma desassociação.

Uma vez existente um conjunto de ideias na estrutura cognitiva do sujeito, com as quais novas ideias podem se articular de maneira não arbitrária, esta interação pode acontecer de três formas diferentes: por subordinação (quando a nova informação adquire significado por meio da interação com subsunçores, refletindo uma relação de subordinação do novo material em relação à estrutura cognitiva preexistente), por superordenação (quando a informação nova é ampla demais para ser assimilada por qualquer subsunçor existente, sendo mais abrangente que estes e então passa a assimilá-los, ou seja, partindo dos subsunçores, forma-se uma ideia mais geral, organizando os subsunçores como partes desta ideia genérica) e de forma combinatória (quando a informação nova não é suficientemente ampla para absorver os subsunçores, mas em contrapartida é muito abrangente para ser absorvida por estes. Caracteriza-se por ser uma

aprendizagem de proposição global, portanto, não subordinada e nem superordenada, por não se ligar com conceitos ou proposições específicas).

A categorização de aprendizagem significativa subordinada, superordenada e combinatória se ajustam à categorização em representacional, conceitual e proposicional.

As proposições de Ausubel *et al.* (1980) partem da consideração de que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos de caráter conceitual, sendo que a sua complexidade depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem entre si do que do número de conceitos presentes. Entende-se que essas relações têm um caráter hierárquico, de maneira que a estrutura cognitiva é compreendida, fundamentalmente, como uma rede de conceitos organizados de modo hierárquico de acordo com o grau de abstração e de generalização. Assim, Ausubel propõe que, ao procurar evidência de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a “simulação da aprendizagem significativa” é formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido (MOREIRA, 1999).

Segundo a teoria ausubeliana, a aprendizagem pode se processar tanto pela descoberta quanto por recepção. Os autores chamam atenção para algumas crenças comuns a respeito desses dois tipos de aprendizagem

Embora a distinção entre aprendizagem receptiva e aprendizagem por descoberta não tenha absolutamente nada a ver com a dimensão automático-significativa do processo de aprendizagem, existe comumente muita confusão em torno destas duas dimensões de aprendizagem. Esta confusão é parcialmente responsável pelas crenças gêmeas muito difundidas, porém infundadas de que a aprendizagem receptiva é invariavelmente automática e que a aprendizagem por descoberta é inerente e necessariamente significativa (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 23).

Na aprendizagem receptiva (automática ou significativa), todo o conteúdo daquilo que vai ser aprendido é apresentado ao aluno sob a forma final. A tarefa de aprendizagem não envolve qualquer descoberta independente por parte do aluno. No caso da aprendizagem receptiva significativa, a tarefa ou matéria potencialmente significativa é compreendida ou tornada significativa durante o processo de internalização. Já na aprendizagem receptiva automática, a tarefa de aprendizagem não é potencialmente significativa.

2.4 Aprendizagem pela descoberta

Na aprendizagem pela descoberta, o conteúdo essencial do que vai ser aprendido não é dado, mas descoberto pelo aprendiz antes de ser significativamente incorporado na sua estrutura cognitiva.

Segundo os autores:

tanto a aprendizagem receptiva como pela descoberta podem ser automáticas ou significativas dependendo das condições sob as quais a aprendizagem ocorre. Nos dois casos a aprendizagem significativa ocorre quando a tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno esteja disposto a aprender de maneira significativa (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 23).

Eles destacam que, em geral, a maior parte do nosso conhecimento é adquirido através da aprendizagem significativa por recepção, mas reconhecem algumas vantagens no ensino por descoberta. Para eles, nos estágios iniciais não sofisticados da aprendizagem de qualquer assunto abstrato, especialmente antes da adolescência, o método da descoberta é útil. Também é indispensável para testar a significância do conhecimento e para ensinar o método científico e habilidades eficazes de solução de problemas. Já alunos que possuem uma compreensão sólida e significativa dos rudimentos de uma disciplina podem aprender os conteúdos

significativamente e com eficiência máxima por meio do método da exposição verbal, suplementado pela experiência adequada de solução de problemas.

Quanto à aprendizagem pela descoberta, os autores negam algumas das suas reivindicações e destacam que esse tipo de aprendizagem não é uma condição indispensável para a ocorrência da aprendizagem significativa. Nessa perspectiva, Ausubel *et al.* (1980) apresentam doze argumentos psicologicamente e educacionalmente indefensáveis em apoio à aprendizagem pela descoberta. Para eles, os doze pontos abaixo são limitações desse tipo de ensino:

1. Todo o verdadeiro conhecimento é autodescoberto.
 2. O significado é um produto exclusivo de uma descoberta criativa e não verbal.
 3. A consciência subverbal é a chave da transferência.
 4. O método da descoberta é o principal método para transmitir o conhecimento da matéria.
 5. A capacidade de resolver problemas é o objetivo primário da educação.
 6. O treino da “heurística da descoberta” é mais importante que o treinamento na matéria escolar.
 7. Cada criança deveria ser um pensador criativo e crítico.
 8. O ensino expositório é ‘autoritário’.
 9. A descoberta organiza eficientemente a aprendizagem para uso posterior.
 10. A descoberta é um gerador singular da motivação e da autoconfiança.
 11. A descoberta é uma fonte primordial da motivação intrínseca.
 12. A descoberta assegura ‘conservação da memória’
- (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 434).

2.4.1 Todo o verdadeiro conhecimento é autodescoberto

Em relação a este ponto Ausubel *et al.* (1980, p. 442) afirmam que:

[...] não podemos simplesmente absorver a nossa cultura como um pedaço de mata-borrão e esperar que ela seja significativa. [...] A consecução do significado requer a translação para um contexto de referência pessoal e uma reconciliação de conceitos e proposições estabelecidas. Tudo isso ocorre em qualquer programa de ensino expositivo significativo.

Os autores também destacam que nossas descobertas acumuladas durante séculos podem ser apenas transmitidas, não precisando ser novamente redescobertas a cada nova geração. Isto propicia a manutenção e aprimoramento do

conhecimento, pois consome muito menos tempo comunicar e explicar significativamente uma ideia do que redescobri-la. Assim, podemos reafirmar que o aprendizado, segundo Ausubel *et al.* (1980), em sua maioria, deve-se a informações transmitidas de maneira significativa e não a conhecimentos descobertos.

2.4.2 O significado é um produto exclusivo de uma descoberta criativa e não verbal

O conhecimento significativo não é um produto exclusivo da descoberta criativa não verbal. Para que um material potencialmente significativo apresentado se transforma num conhecimento significativo, basta que os aprendizes adotem uma disposição para relacionar e incorporar a sua significação substantiva não arbitrariamente dentro da sua estrutura cognitiva (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 443).

Ausubel *et al.* (1980) argumentam que simplesmente porque, na aprendizagem receptiva, o conteúdo a ser aprendido é apresentado ao invés de descoberto, não se pode assumir que esse é um fenômeno puramente passivo. A atividade surge da necessidade de o aluno relacionar o novo material a ideias relevantes estabelecidas na sua estrutura cognitiva. Para ele, essa proposição é uma representação errônea da aprendizagem verbal receptiva como um fenômeno passivo e mecânico.

2.4.3 A consciência subverbal é a chave da transferência

A generalização não qualificada de que a verbalização de um discernimento antes do uso inibe a transferência carece tanto de coerência lógica como de apoio empírico. [...] Tal proeza seria extremamente difícil, porque as ideias que não são representadas por palavras carecem de uma manipulabilidade suficiente para serem usadas em qualquer tipo complexo de processo de pensamento. Sugere apenas que existe uma etapa preliminar intuitiva (subverbal) no produto do pensamento quando o discernimento emergente novo não está claro e precisamente refinado.

Contudo, quando este produto é eventualmente refinado mediante a verbalização, adquire em função disto um poder de transferência muito maior. A verbalização do discernimento que ocorre neste ponto é, na realidade, uma fase ulterior do próprio processo de pensamento e não deve ser confundido com o processo representacional posterior de nomear significados verbalizados, o que permite que estes últimos significados se tornem mais manipuláveis para fins de pensamento (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 445).

Ainda de acordo com Ausubel *et al.* (1980), o uso de vocábulos para expressar ideias facilita o próprio processo de transformar essas ideias em novos discernimentos. Para eles, isso promove a compreensão e facilita a transferência, pois através da verbalização, as ideias se tornam mais claras e precisas. Entretanto, para a aquisição direta de ideias a partir de proposições abstratas apresentadas verbalmente, a criança já deve estar no estágio das operações lógico-formais e ter uma base mínima do assunto em questão.

Os autores também destacam que alunos de escolas secundária e universitários pelo fato de já possuírem uma base sólida e significativa dos conceitos rudimentares das matérias podem aprender novos conhecimentos significativamente e com eficácia através da exposição verbal e da solução de problemas. O uso do método da descoberta nesses casos gasta muito tempo, desperdiça esforço e é pouco justificado.

2.4.4 O método da descoberta é o principal método para transmitir o conhecimento da matéria

Embora Ausubel *et al.* (1980) defendam o uso do método da descoberta na transmissão de um conteúdo complexo e abstrato quando a criança está no estágio concreto do desenvolvimento cognitivo, condena o uso das mesmas técnicas a partir do ensino secundário. Nessa perspectiva, os autores afirmam que

depois da escola elementar, a aprendizagem por recepção verbal é mais indicada para a aquisição de uma aprendizagem significativa. Mas destacam que esse método deve exigir a participação ativa do aluno, levando-o a fazer generalizações e integrar o seu conhecimento ao novo conhecimento em questão. Reiteram ainda que a maioria das pessoas possuem a capacidade de compreender ideias originais, já a capacidade para gerar ideias originais é demonstrada por poucas pessoas. Segundo eles:

de um ponto de vista prático, é impossível considerar a exeqüibilidade pedagógica da aprendizagem pela descoberta como um meio primordial de ensino do conteúdo da matéria sem levar em consideração os imensos custos de tempo e dinheiro envolvidos. Esta desvantagem é aplicável não só ao tipo de descoberta no qual os alunos dependem exclusivamente dos seus próprios recursos, como também, em menor grau, do tipo de descoberta “forjada” ou “tramada” (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 447).

2.4.5 A capacidade de resolver problemas é o objetivo primário da educação

[...] uma grande proporção do que os seres humanos aprendem no decurso da sua vida não tem utilidade imediata e não é aplicável a nenhum problema angustiante de ajustamento, as pessoas, contudo, estão fortemente motivadas a aprender para que possam compreender melhor a si mesmas, o universo e a condição humana. Muito deste tipo de conhecimento, porém, teria que ser descartado como inútil se a utilidade para fins de solução de problemas fosse invariavelmente considerada como critério para designar o valor para a aprendizagem (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 450).

Também enfatizam que, para a resolução de problemas, as pessoas necessitam ter habilidades específicas diferente das exigidas apenas para a compreensão e a assimilação de ideias abstratas. Reiteram que muitas dessas aptidões não podem ser eficazmente ensinadas. Para eles:

embora procedimentos pedagógicos apropriados possam aperfeiçoar a capacidade de resolver problemas, o número de pessoas que podem ser treinadas para serem boas solucionadoras de problemas é relativamente pequeno em comparação com o número de pessoas que podem adquirir uma compreensão significativa das várias áreas do conhecimento. Dessa forma, ignorar estes indivíduos e se concentrar apenas em produzir

solucionadores de problemas talentosos seria educacionalmente indefensável (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 451).

Os autores então estabelecem uma distinção entre “fazer” e “compreender”. Consideram a compreensão como uma condição necessária, mas não suficiente para a solução de problemas significativos. Dessa forma, os aprendizes podem compreender uma proposição, mas não serem capazes de aplicá-la com eficácia em uma resolução de problema particular, pois tal situação exige habilidades particulares que não são inerentes à própria compreensão. Já “fazer” se for de natureza automática, não implica compreensão.

2.4.6 O treino da “heurística da descoberta” é mais importante que o treinamento na matéria escolar

De acordo com Bruner (1961 apud AUSUBEL *et al.*, 1980), a “heurística da descoberta” constitui um estilo de solução de problemas ou de investigação que serve para qualquer tipo de tarefa que possa encontrar.

Já Ausubel *et al.* (1980) afirmam que “A principal dificuldade dessa abordagem é que a aptidão para o pensamento crítico só pode ser aumentada dentro do contexto de uma disciplina específica.” Segundo eles os tipos de transferência possíveis em situações de solução de problemas são as transferências de habilidades específicas, de princípios gerais e de orientações gerais a uma classe específica de problemas.

Portanto, o pensamento crítico não pode ser ensinado como uma aptidão generalizada.[...] Também, de um ponto de vista puramente teórico, parece pouco plausível que uma estratégia de investigação que necessariamente deve ser suficientemente ampla para ser aplicável a uma vasta gama de disciplina e problemas possa ter, ao mesmo tempo, suficiente relevância particular para ser útil na solução do problema específico que está diante de nós (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 453).

Os autores então concluem que a “heurística da descoberta” apresenta-se pouco propícia ao ensino.

2.4.7 Cada criança deveria ser um pensador criativo e crítico

À medida que métodos aperfeiçoados de ensino sejam disponíveis, a maioria dos estudantes será capaz de dominar as habilidades intelectuais básicas assim como uma porção razoável do conteúdo mais importante das principais disciplinas. Não será mais defensável esforçar-se por atingir este alvo mais realista, que está ao nosso alcance, do que focalizar objetivos educacionais que pressupõem dotes genéticos excepcionais e que são impossíveis de serem alcançados quando aplicados à generalidade dos seres humanos? Não seria mais realista esforçar-se, em primeiro lugar, para que cada aluno respondesse de forma significativa, ativa e crítica a um bom ensino expositivo antes de tentar transformá-lo num pensador criativo ou mesmo num bom pensador crítico ou solucionador de problemas? (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 455)

Entretanto, os autores reiteram que o objetivo não é defender um ensino onde todos os alunos devam receber o mesmo tratamento. As diferenças de cada um devem ser consideradas. Destacam que, dentro da limitação de uma sala de aula, todas as oportunidades possíveis devem ser oferecidas à criança que se destaca. Mas isto deve ser feito sem desestruturar o ambiente de aprendizagem dos outros alunos como um todo em termos dos objetivos educacionais e métodos de ensino, pois a criança que atua como um pensador criativo e crítico é minoria na realidade de uma sala de aula.

2.4.8 O ensino expositório é autoritário

Ausubel *et al.* (1980) afirmam que nem todo ensino expositivo é autoritário e nem considera o autoritarismo inerente ao próprio método. Para eles,

não há nada de inerentemente autoritário na apresentação e explicação das ideias aos alunos, desde que estes não sejam obrigados, quer implícita ou explicitamente, a aceitá-las como uma verdade absoluta. Nesta perspectiva, colocam que:

a exposição didática sempre constitui o núcleo de qualquer sistema pedagógico, e provavelmente o constituirá, porque é o único método exeqüível e eficiente de transmitir grandes conjuntos de conhecimentos. A deferência à autoridade implicada na aceitação do conhecimento já descoberto tem sido condenada sem razão. Se fosse exigido dos alunos que eles validassem independentemente qualquer proposição apresentada pelos seus instrutores antes de aceitá-la, nunca progrediriam além dos rudimentos de qualquer disciplina. Podemos somente exigir que o conhecimento estabelecido seja apresentado a eles tão racional e não arbitrariamente quanto possível e que eles o aceitem experimental e criticamente como a melhor aproximação possível da “verdade” (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 456).

2.4.9 A descoberta organiza eficientemente a aprendizagem para uso posterior

De acordo com os defensores do ensino pela descoberta, a ênfase nesse método tem precisamente o efeito de levar o aprendiz a ser um construcionista, a organizar o que encontra em uma maneira destinada não somente a cobrir a regularidade e a conexão, mas também de evitar o tipo de informação à deriva, que deixa de levar em consideração os usos que se poderia fazer desta informação. Em relação a isso, Ausubel *et al.* (1980) colocam que a aprendizagem pela descoberta não conduz necessariamente a uma organização, transformação e uso do conhecimento mais ordenado, integrativo e viável. Isto poderá ocorrer quando a situação de aprendizagem é altamente estruturada, simplificada e cuidadosamente programada para incluir um grande número de exemplos diversificados do mesmo princípio, graduados em relação ao nível de dificuldade e abstração. Nessa situação, nós devemos imparcialmente atribuir esses resultados à

organização dos dados pelo professor, dados a partir dos quais a descoberta deve ser feita, ao invés do próprio ato da descoberta.

2.4.10 A descoberta é um gerador singular da motivação e da autoconfiança

Mas por que deveriam os métodos da descoberta necessariamente inspirar mais confiança na existência de regularidades no universo que podem ser descobertas do que o método da exposição didática, que afinal de contas se dedica à apresentação e explicação destas regularidades? É verdade que uma experiência de descoberta bem sucedida fortalece esta confiança. Mas a experiência não bem sucedida tem precisamente o efeito oposto, como é demonstrado pela recorrência do pensamento mágico e supersticioso que se segue ao fracasso em descobrir padrões de ordem na natureza (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 459).

Ausubel *et al.* (1980) concordam que a experiência da descoberta bem sucedida acentua a motivação e autoconfiança. Por outro lado, reiteram que não há razão para se acreditar que os métodos da descoberta são singulares ou únicos na sua capacidade para levar a tais resultados.

2.4.11 A descoberta é uma fonte primordial da motivação intrínseca

Para Bruner (1961 apud AUSUBEL *et al.*, 1980), a aprendizagem pela descoberta livra a criança do controle imediato de motivos extrínsecos como notas elevadas, desejo de aprovação pelos pais e professores e uma necessidade de se conformar às expectativas das figuras de autoridade. Já Ausubel *et al.* (1980) não vêem nenhuma relação existente ou necessária entre uma abordagem da aprendizagem pela descoberta e a motivação intrínseca, por um lado e a abordagem da aprendizagem receptiva e a motivação extrínseca, pelo outro. Para eles:

se um indivíduo manifesta primariamente uma motivação intrínseca ou extrínseca na aprendizagem, nos parece ser, em grande parte, função de dois fatores: (1) quanta auto-estima intrínseca ele possui, e portanto quão grande é a necessidade relativa para um status compensatório; e (2) a força de suas necessidades cognitivas propriamente ditas, isto é, a necessidade de adquirir conhecimentos e de compreender o ambiente, influenciada por determinantes genéticos e temperamentais e por uma experiência de aprendizagem prévia satisfatória (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 460).

De acordo com o exposto, Ausubel *et al.* (1980) destacam que uma interpretação mais aceitável do colocado anteriormente é que a pessoa que carece de auto-estima intrínseca desenvolve uma maior necessidade de afirmar externamente suas realizações. Apóiam-se na memorização mecânica, pois é o caminho mais seguro e porque lhe falta alta confiança. Para eles, a aprendizagem pela descoberta é impulsionada pela falta de auto-estima intrínseca e uma enorme necessidade de sinais externos da realização bem sucedida.

2.4.12 A descoberta assegura “conservação da memória”

Em um de seus experimentos, Bruner (1961 apud AUSUBEL *et al.*, 1980) apresentam pares de palavras a crianças de 12 anos. A um dos grupos diz simplesmente para lembrar dos pares. Outro grupo recebe a instrução para criar uma palavra ou ideia que associe ao par de tal maneira que faça sentido. Um terceiro grupo recebe já pronto os mediadores usados pelo segundo grupo. Os resultados foram que as crianças não instruídas lembraram menor número de pares e que as crianças que construíram seus próprios mediadores se saíram melhor do que as crianças às quais foram dados os mediadores por meio de uma exposição. Ausubel *et al.* (1980) consideram este experimento bastante questionável e afirmam que os resultados são mais do que previsíveis. Para eles, a tarefa de aprendizagem nesse experimento dificilmente é comparável com a situação na qual as crianças

precisam descobrir uma generalização indutiva e autonomamente. Sendo assim, afirmam:

no experimento de Bruner, todo o conteúdo do que deve ser aprendido é dado, e a criança precisa apenas fornecer um elo mediador da sua própria estrutura cognitiva que é suficientemente inclusivo para abranger ambos os membros do par de palavras. Ora, isto não é precisamente o paradigma da aprendizagem receptiva significativa, na qual os materiais são apresentados e o aprendiz tenta incorporá-los dentro da sua própria estrutura cognitiva, relacionando-os com as ideias mais inclusivamente estabelecidas?[...] A Variável da descoberta, na nossa opinião, não está de nenhuma maneira implicada neste experimento (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 461).

Ausubel *et al.* (1980) então concluem que o fato de as crianças usarem mediadores autoconstruídos simplesmente reflete o valor de utilizar subordinadores mais estáveis, relevantes e familiares na estrutura cognitiva como ponto de ligação para os novos materiais de aprendizagem. Também destacam que, em uma tarefa curta e simples como o experimento em questão, é bastante exeqüível que as crianças elaborem os seus próprios conceitos organizadores. Mas deve se ter cuidado ao generalizar que também seria possível que as crianças elaborassem os seus próprios organizadores para grandes quantidades de materiais de aprendizagem complexos e não familiares.

De acordo com o exposto, percebemos que Ausubel *et al.* (1980) defendem o uso relativamente frequente das técnicas de descoberta na transmissão de um conteúdo complexo e abstrato na escola elementar, pelo motivo de que a aquisição e a transferência possam talvez ser facilitadas, mas condenam o uso das mesmas técnicas a partir do Ensino Secundário.

Com relação ao Ensino Experimental, Ausubel *et al.* (1980) salientam que experimentos realizados em laboratório sob a forma de receita de bolo, sem a compreensão dos princípios metodológicos dos fundamentos envolvidos conferem pouca qualificação de método científico. Deve-se reconhecer que experimentos não

são experiências genuinamente significativas, a menos que satisfaçam duas condições. Primeiro, devem ser construídos sob uma base de princípios e conceitos claramente compreensíveis; segundo, as operações envolvidas devem ser significativas (AUSUBEL *et al.*, 1980).

Apenas a existência de um laboratório bem equipado para atender a formalidades curriculares ou impressionar pais e alunos não garante que as atividades práticas sejam realmente significativas no ensino. Para torná-las significativas, pode-se recorrer à presença do questionamento como orientador da experimentação; o que pode contribuir para superar uma visão dogmática de Ciência. O professor, ao problematizar, admite que o aluno possui um conhecimento inicial e que este é incompleto por natureza, ou seja, deverá haver um confronto entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico, sempre relacionado com o contexto em que os estudantes estão inseridos.

O experimento deve sempre valorizar as concepções prévias dos alunos, sendo caracterizado por trabalhar os conteúdos científicos envolvidos em uma abordagem histórica, cultural e social que leve o estudante ao desenvolvimento de uma capacidade de raciocínio e não ter como objetivo principal a fixação do conteúdo apresentado na aula teórica.

Uma aprendizagem que tenha como ambiente uma comunicação eficaz, respeite e conduza o aluno a imaginar-se como parte integrante desse novo conhecimento através de elos, de termos familiares a ele pode ser considerada uma aprendizagem significativa. O educador pode diminuir a distância entre a teoria e a prática na escola, capacitando-se de uma linguagem que ao mesmo tempo desafie e leve o aluno a refletir, conhecendo a sua realidade e os seus anseios.

3 CAMINHO METODOLÓGICO

Considerando que o objetivo deste estudo foi buscar soluções alternativas para um problema identificado a partir da minha prática docente, este trabalho foi desenvolvido na mesma escola em que trabalho.

3.1 Caracterização da escola e dos participantes

A escola está localizada na cidade satélite de Taguantiga, Distrito Federal, e atende a alunos do Ensino Fundamental e Médio. É uma escola privada. Possui seis laboratórios, sendo dois deles destinados a Biologia. Neles trabalham técnicos que auxiliam os professores durante as atividades experimentais.

Os equipamentos são modernos e não falta material para a realização dos experimentos. Além disso, a segurança dos alunos é uma grande preocupação da escola. Os estudantes só participam das aulas laboratoriais usando calça comprida, sapatos fechados e jalecos de manga comprida, tudo para evitar acidentes. No caso de imprevistos, há amplos espaços que permitem uma rápida circulação. Também existem chuveiros de emergência, extintores de incêndio e lava-olhos.

Um dos laboratórios de Biologia é destinado aos alunos do 5º ano (antiga 4ª série) ao 8º ano (antiga 7ª série). Os demais laboratórios são utilizados por alunos do 9º ano (antes 8ª série) à 2ª série do Ensino Médio.

No Ensino Fundamental as aulas práticas são realizadas no mesmo turno em que os alunos estudam. Eles possuem três aulas semanais de Ciências e

uma quinzenal centrada em atividades experimentais. Para a realização das atividades desenvolvidas no laboratório as turmas são divididas em dois grupos. Sendo assim, a cada semana, metade da turma fica em sala e a outra metade vai ao laboratório. Com isso, os alunos participam de atividades experimentais quinzenalmente. Já no Ensino Médio as aulas de laboratório são ministradas semanalmente e em turno contrário as aulas teóricas.

As atividades propostas foram desenvolvidas durante o ano de 2009 com uma turma de 7º ano (antes 6ª série), composta por 31 alunos com faixa etária entre 11-12 anos durante as aulas de laboratório.

As aulas “experimentais” foram ministradas por mim (pesquisadora), pois sou a professora responsável pelas atividades desenvolvidas no laboratório. As aulas “teóricas” foram ministradas por outra professora.

Considerando as condições da escola durante as investigações, os alunos utilizaram um roteiro previamente produzido com o intuito de auxiliá-los durante o desenvolvimento das atividades. Trabalhamos com roteiros experimentais classificados na escala proposta por Herron (1971) como nível um e dois. Procuramos trabalhar de forma problematizadora, criando oportunidades para o aluno elaborar e testar suas hipóteses.

Os registros das aulas foram realizados pela própria pesquisadora, constando de gravações em áudio (exceto na primeira atividade), notas de campo e relatórios. Em alguns pontos da transcrição, em razão dos ruídos externos ou de momentos em que os alunos estão discutindo entre eles e todos querem explicitar suas ideias, tornou-se difícil identificar o autor de algumas falas. Porém, muitas dessas falas, foram interpretadas com o auxílio de notas de campo e de anotações realizadas pelos estudantes nos protocolos.

Dado a grande extensão das transcrições das aulas, optamos por apresentar, a título de exemplo, apenas a transcrição de uma das aulas no apêndice B.

3.2 Primeira sequência didática: taxonomia dos seres vivos

Classificar significa agrupar, tendo por base aspectos de semelhança entre os elementos. Esta é uma atividade inerente do ser humano, pois vivemos automaticamente classificando coisas e ideias a fim de compreendê-las. Ao se classificar livros, por exemplo, leva-se em conta critérios de semelhança como autor, editora, o ano em que o livro foi publicado, assunto, etc.

Em qualquer atividade científica é fundamental a definição de critérios, com vista à unidade de procedimentos que possam ser igualmente entendidos e aplicados por qualquer estudioso. Mas, apesar disso, os critérios de classificação são relativos: dependem do contexto em que são inseridos, do momento histórico e das necessidades da área.

Também se deve ressaltar que os conhecimentos em biologia vêm se aprimorando a cada ano, o que possibilita um entendimento mais detalhado do ser vivo como um todo. Hoje existem microscópios com alta capacidade de ampliação e excelente poder de resolução. Além disso, somos surpreendidos a cada dia com novos avanços dentro da biologia molecular, que implica a identificação de novas características dos seres vivos, interferindo no sistema de classificação.

A tentativa de sistematizar o mundo vivo é bastante antiga e os critérios empregados pelos naturalistas variavam muito. As primeiras classificações dos seres vivos foram desenvolvidas por Aristóteles, filósofo grego que viveu de 384

a 322 a.C, e não tinham qualquer característica filogenética (ou seja, de se investigar a origem e parentesco entre eles), uma vez que se supunha que a origem de todos os seres vivos era única. Esses sistemas de classificação que utilizam critérios arbitrários são chamados sistemas artificiais. Eles não refletem as semelhanças e diferenças fundamentais entre os seres vivos.

Atualmente, os sistemas de classificação consideram um conjunto de caracteres relevantes, os quais permitem verificar as relações de parentesco evolutivo e estabelecer a filogenia dos diferentes grupos, isto é, estabelecer as principais linhas evolutivas desses grupos. São conhecidas por sistemas naturais, pois ordenam naturalmente os organismos, visando ao estabelecimento das relações de parentesco evolutivo entre eles.

Taxonomia dos seres vivos é um dos tópicos do conteúdo programático do 7º ano (6ª série), e tem por objetivo criar situações para o aluno perceber a importância e o significado da classificação dos seres vivos, além da necessidade da padronização dos nomes das diferentes espécies.

3.2.1 Primeira atividade - Descrição e classificação de botões

Essa atividade teve como objetivo o desenvolvimento das habilidades de observação e identificação de diferenças e semelhanças entre objetos, para que o aluno percebesse o princípio básico da taxonomia utilizada na classificação dos seres vivos. As atividades propostas foram adaptadas do artigo de Franco Mariscal (2005), que apresenta um exemplo de trabalho prático utilizando botões com o objetivo de estudar erros conceituais cometidos pelos alunos durante a descrição e classificação dos elementos.

As atividades foram realizadas em três aulas de 50 minutos. Em todas as atividades os alunos ficaram organizados em grupos fixos de quatro a cinco componentes, com o intuito de promover interação entre eles. Essas atividades foram realizadas antes da introdução do tema classificação dos seres vivos.

Os protocolos utilizados estão descritos no apêndice C.

Primeira aula - Descrição dos botões

Primeiramente foi entregue o protocolo (apêndice C) para cada aluno e 10 botões diferentes (imagem no apêndice B) para cada grupo. Foi solicitado aos alunos que observassem atentamente os botões e escrevessem na tabela 1 do protocolo as características de cada um dos botões.

Evitou-se dar maiores informações de como descrever um botão, apenas frisamos que este deveria ser descrito com o maior detalhamento possível. No entanto, a realização da atividade, auxiliamos os grupos fazendo perguntas que pudessem estimular a curiosidade e gerar discussões entre os alunos. Ao final, os protocolos foram recolhidos.

Também foi solicitado aos estudantes que sugerissem alternativas para identificar novas características não visíveis e listassem quais materiais seriam necessários para tal identificação. Estas sugestões foram realizadas no segundo momento da atividade.

Segunda aula - Realização das atividades sugeridas, conforme solicitado no protocolo e preenchimento da tabela 2 (descrição dos botões - outras características)

Após o recolhimento dos protocolos aplicados na primeira aula foi feito um levantamento das sugestões propostas pelos alunos e separados os materiais necessários para a execução dos testes e das observações. O material solicitado pelo grupo já estava disponível no laboratório antes da chegada dos alunos. Quando o procedimento (material/teste) apontado pelo grupo oferecia algum risco, este era feito de maneira demonstrativa pela professora.

Vale ressaltar que durante a atividade foram criadas situações para que os estudantes pudessem avaliar as suas hipóteses. Após a descrição dos botões, foi solicitado a cada grupo que apresentasse para os demais colegas os critérios utilizados. Ao final, houve um momento para discussão entre todos.

Terceira aula - Classificação dos botões

Ao chegarem ao laboratório, os estudantes receberam o protocolo de descrição dos botões preenchido por eles na aula anterior e um novo protocolo (apêndice C) para classificá-los.

Após a execução da atividade, cada grupo apresentou o seu sistema de classificação para a turma. Neste momento a professora promoveu uma discussão para que os alunos estabelecessem relações entre o seu sistema de classificação de botões e o sistema usado pela Biologia na classificação dos seres vivos.

Com a finalidade de se verificar a ocorrência de aprendizagem significativa, foi solicitado aos alunos que, após as discussões sobre a fragilidade e vulnerabilidade dos critérios utilizados em uma classificação, escrevessem um pequeno texto orientado pelas seguintes instruções expostas pela professora: “agora que você já compreendeu os objetivos da atividade realizada, descreva abaixo quais

critérios você utilizaria para organizar os livros em uma biblioteca. Lembre-se de justificar sua escolha”.

3.2.2 Segunda atividade - Descrição e classificação de folhas

Com o intuito de conseguir novas evidências da ocorrência de aprendizagem significativa, elaboramos uma atividade similar a descrita anteriormente que foi aplicada antes do estudo da taxonomia dos vegetais. Vale destacar que os alunos já haviam estudado normas gerais para classificação dos seres vivos e tinham concluído o estudo sobre os seres vivos procariontes.

Esta atividade foi realizada com um considerável intervalo de distância em relação à primeira. Em virtude de não haver previsão dessa atividade no planejamento das aulas de laboratório, foi solicitado um horário extra para realizá-la e trabalhamos com a turma completa, pois não havia horário disponível para executá-la com metade da turma por vez.

Primeira aula - Descrição das folhas

No dia anterior à realização da atividade, foi solicitado a cada aluno que trouxesse duas folhas de vegetais. Eles foram instruídos a identificar o local de coleta e o nome vulgar da planta em que retiraram a folha. Caso não soubessem identificar o vegetal, pediu-se que descrevessem como eram as características gerais da respectiva planta.

No dia da atividade eles se organizaram em cinco grupos de cinco a seis componentes e selecionaram oito folhas dentre as que trouxeram.

A descrição das folhas foi feita de acordo com as instruções do protocolo (apêndice C).

Segunda aula - Classificação das folhas

Cada aluno recebeu o protocolo de descrição das folhas realizado na aula anterior e um novo protocolo (apêndice C) com as instruções para a classificação delas.

Após a realização da atividade, a professora promoveu uma discussão entre todos e procurou estabelecer relações entre as classificações feitas pelos alunos e a utilização das folhas como atributos para classificar vegetais.

3.3 Segunda sequência didática: interação ser vivo e meio externo

Ainda hoje lidamos com um Ensino de Ciências fragmentado. Essa fragmentação é de difícil solução, pois o próprio currículo e o planejamento de cada disciplina facilitam esse tipo de abordagem, que resulta no ensino dos conteúdos em blocos separados. Na maioria das vezes nós, professores, não estabelecemos ligações entre os conteúdos abordados, o que dificulta a visão sistêmica do mundo. Assim, uma das dificuldades que os alunos encontram é entender as relações que há entre o meio externo e os seres vivos, a partir de uma perspectiva macro até a compreensão dos processos de troca a nível celular. Por exemplo: um aluno do 8º ano (7ª série) descreve corretamente o percurso do alimento no tubo digestivo e pode até explicar o que ocorre em cada um dos órgãos, mas muito raramente ele estabelece relações com os outros sistemas.

Em virtude disso, desenvolvemos atividades com o objetivo de facilitar a compreensão das relações existentes entre o meio em que vivemos e os seres vivos.

Sendo assim, a sequência didática que passamos a apresentar foi construída a partir de uma situação problema que pretendia contemplar, entre outros aspectos, as relações entre os seres vivos e o meio externo. Esta proposta foi desenvolvida e avaliada levando-se em consideração o conhecimento prévio dos estudantes como ponto de partida para a elaboração das atividades.

Primeira aula - Estudo das concepções

Essa aula teve início com a apresentação de uma situação problema no quadro negro: existe ou não uma interação entre os seres vivos e o meio externo?

Após o debate sobre o tema foi solicitado a cada aluno que escrevesse um texto sobre a interação entre os seres vivos e o meio, chegando até as trocas em nível celular e uma sugestão de como poderíamos observar essa interação em nível celular em uma aula de laboratório.

Ao término da aula, recolhemos o material produzido, analisamos e a partir das sugestões dadas elaboramos dois protocolos experimentais (apêndice C).

Segunda e terceira aulas - Execução das atividades experimentais de observação de células

Para a execução dos protocolos experimentais a turma foi dividida em quatro grupos de três a quatro componentes. Durante as duas aulas os alunos

seguiram as instruções do protocolo e da professora para observarem as células. Sempre que possível, a professora auxiliava os grupos em suas observações e os questionava para que pudessem perceber a relação entre o meio e as células observadas.

4 RESULTADOS

4.1 Primeira sequência didática: taxonomia dos seres vivos

4.1.1 Descrição e classificação de botões

Conforme descrito no caminho metodológico, nas aulas de laboratório as turmas são divididas em dois grupos. Assim, a cada semana apenas metade da turma vai ao laboratório. Em virtude disso as atividades foram realizadas com um número reduzido de alunos (turma A, com 16 alunos e Turma B, com 15), o que facilitou a orientação dos estudantes durante a execução das atividades.

Para facilitar o entendimento chamaremos a primeira metade da turma de A, que corresponde aos grupos 1,2,3 e 4, e a segunda metade da turma de B, que corresponde aos grupos 5,6,7 e 8.

De acordo com as manifestações dos alunos, o procedimento durante as atividades foi o de procurar criar situações em que os docentes pudessem explicitar suas ideias e confrontá-las com outras em discussão na tentativa de facilitar a interação entre os conhecimentos prévios e os conceitos a serem aprendidos.

Primeira aula - Descrição dos botões - Características visíveis

Conforme descrito no protocolo foi solicitado aos alunos que observassem atentamente os botões e os descrevessem.

Tabela 2 – Número de atributos utilizados por cada grupo

| Turmas | Grupos | Número de alunos por grupo | Número de atributos utilizados |
|--------------------------------|---------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|
| A (16 alunos) | 1 | 4 | 4 |
| | 2 | 4 | 5 |
| | 3 | 4 | 7 |
| | 4 | 4 | 9 |
| B (15 alunos) | 5 | 4 | 5 |
| | 6 | 4 | 7 |
| | 7 | 3 | 5 |
| | 8 | 4 | 7 |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora.

Como aponta a tabela 2 apenas 50% dos grupos conseguiram caracterizar um botão utilizando mais de cinco propriedades.

Este resultado se deve, provavelmente, a dificuldade que os alunos apresentam em observar e descrever objetos. Isso pode ser justificado pela existência de poucas atividades que promovam o desenvolvimento de habilidades gerais como, por exemplo, observação, descrição, comparação e classificação.

“A descrição se relaciona fundamentalmente com a observação. Uma aponta a outra em seu desenvolvimento e ambas constituem bases para a assimilação do conhecimento científico, habilidade importante para o pensamento científico” (LÓPEZ, 1998, p. 12, tradução nossa).

Faz-se necessário, então, que o professor desenvolva mais atividades que possibilitem o desenvolvimento dessas habilidades que, por sua vez, estão diretamente associadas aos objetivos do Ensino de Ciências e despertam a curiosidade e o interesse dos alunos pela natureza.

Observou-se, ainda, que não houve uma grande variedade na escolha dos atributos utilizados, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 3 – Atributos utilizados pelos grupos

| Atributos | Grupos | Total de grupos |
|-------------------------------|-------------------|------------------------|
| Cor | 1,2,3,4,5,6,7 e 8 | 8 |
| Tamanho | 1,2,3,5,6,7 e 8 | 7 |
| Massa | 1,3,5,6,7 e 8 | 6 |
| Material | 1,3,4,6 e 8 | 5 |
| Quantidade de furos | 2,3,4,6, e 7 | 5 |
| Formato | 2,4,5 e 6 | 4 |
| Comportamento sob aquecimento | 2,3,4 e 8 | 4 |
| Espessura | 3,4,5, 7 e 8 | 4 |
| Diâmetro | 4 | 1 |
| Côncavo | 4 | 1 |
| Convexo | 4 | 1 |
| Densidade | 8 | 1 |
| Conduzir eletricidade | 6 | 1 |

Fonte: idem tabela 2.

De acordo com a Tabela 3 é possível identificar que os atributos utilizados pela maioria dos grupos foram: cor, tamanho, massa, material e quantidade de furos.

Também é válido destacar que os estudantes conseguiram criar atributos não perceptíveis apenas com a visualização dos botões como, por exemplo, o atributo densidade. Isso evidencia a habilidade que eles possuem em instituir propriedades para descrever os botões. No caso do atributo em questão, os alunos não sabiam conceituá-lo corretamente, apenas sabiam que um objeto podia flutuar ou afundar quando colocado na água. Como consideramos o momento propício para introdução do conceito de densidade, aproveitamos para apresentar de forma simplificada o conceito correto. Sendo assim, acreditamos que esta atividade também os ajudou na compreensão de alguns conceitos empregados também pela química e pela física.

Cor

Este foi o único atributo utilizado por todos os grupos. Provavelmente isso aconteceu pelo fato desta propriedade ter sido a primeira a chamar a atenção dos alunos ao descreverem os botões.

Todos os grupos das turmas A e B demonstraram dificuldades em chegar a um consenso sobre a cor de alguns botões. Por exemplo, no grupo seis, ao serem questionados sobre a cor atribuída ao botão “F” houve divergências entre os alunos. Alguns diziam que ele era roxo, enquanto outros o consideravam lilás. Pensaram até em desistir de usar este atributo. Então questionamos: que cor usar na descrição? Assim, com intervenções como esta, as discussões aumentavam e juntos eles tinham que escolher apenas uma das cores. Com isso, cada um procurava argumentos para justificar o porquê da cor escolhida. Como o principal objetivo da atividade não era determinar a cor exata do botão, novamente questionamos os alunos para que percebessem a vulnerabilidade do atributo em discussão (cor). O grupo então concluiu que a propriedade cor é vulnerável, pois varia de acordo com o observador. Mas, apesar disso, decidiram continuar utilizando tal atributo e optaram pela cor roxa, pois segundo o grupo caberia melhor que lilás.

Tamanho

Na turma A (grupos 1 a 4) os grupos dois e três utilizaram os termos pequeno, médio e grande; o grupo um mediu com uma régua a base do botão e o grupo quatro usou o mesmo procedimento que o grupo um, mas optou pelo termo diâmetro.

Os grupos dois e três compararam os 10 botões entre si para classificá-los. Ao perguntarmos: pequeno, médio e grande são características

precisas? Disseram que não, mas justificaram que estavam usando tais propriedades, pois descreviam os botões de forma comparativa. Sendo assim, acreditavam que tal característica poderia ser considerada precisa.

Os grupos um e quatro preferiram medir a base dos botões com uma régua, pois consideraram esta a melhor forma de precisar o tamanho dos botões. Utilizaram a unidade centímetro (cm) ao descrever o tamanho daqueles. O grupo quatro utilizou o termo diâmetro, o que, a nosso ver, melhor caracteriza tal atributo quando o objetivo for descrever o tamanho da base de botões circulares. O grupo sabia como determinar o diâmetro de um objeto. Disseram que haviam aprendido na aula de matemática evidenciando a aplicação do conhecimento aprendido em outra situação. Segundo eles, bastava medir de uma extremidade a outra com uma régua. E assim fizeram. Mas quando se depararam com o botão “E” surgiu uma dúvida. Ele tinha a forma oval, e o grupo não sabia como determinar o diâmetro desse botão. Então questionamos: como vocês irão proceder para descrever o botão “E”? Os componentes discutiram entre si e decidiram continuar usando tal atributo, mas sem descrever o botão “E”, pois não sabiam como proceder. Resolveram deixar este atributo do botão “E” em branco.

Em outra aula, o grupo foi novamente questionado: vocês descobriram como proceder com o botão “E”? Responderam que tinham pesquisado e que uma figura oval (elipse) não possuía diâmetro, mas que era possível determinar sua área, mas não sabiam como fazer. Perguntamos: vocês querem alterar o atributo escolhido anteriormente? Discutiram e chegaram à conclusão de não alterar, pois não sabiam como calcular a área da base de uma elipse. Mas justificaram que o botão “E” não possuía diâmetro e assim não configura em um erro deixar o atributo em branco.

Com a turma B (grupos 5 a 8), todos os grupos preferiram utilizar uma régua para determinar o tamanho dos botões. Questionamos: por que vocês estão medindo com uma régua? E responderam que o tamanho depende de com o que iremos comparar. Exemplificaram que existem botões bem maiores que o que estávamos utilizando e com uma régua a medida seria mais precisa. De acordo com este argumento pudemos notar que a discussão gerada conduziu os alunos a concluir que tamanho depende de um referencial e que no momento o melhor seria medir utilizando uma régua. Sendo assim, todos mediram com uma régua a base dos botões.

Vale destacar que apesar de os grupos terem medido apenas a base dos botões, nenhum deles se referiu ao tamanho da base do botão e sim ao botão como um todo.

Material

Todos os grupos que utilizaram a propriedade material conseguiram descrever os botões sem apresentar dificuldades. Os tipos de materiais encontrados nos botões foram: plástico, madeira e metal.

Número de furos

Na turma A os grupos dois, três e quatro descreveram este atributo. Todos eles consideraram apenas os furos da frente dos botões ao descrevê-lo. Questionamos: e o botão “A” (botão de madeira com apenas um furo na parte de trás)? Responderam que este botão não possuía furos, apenas um buraco no fundo que não poderia ser classificado como furo, pois era diferente dos demais. Então perguntamos: como descrever o furo de trás? Os grupos conversaram, mas optaram por continuar descrevendo tal botão como não tendo furos.

Na turma B os grupos seis e sete também descreveram tal atributo. Fizemos os mesmos questionamentos descritos anteriormente. O grupo seis continuou não utilizando tal furo para descrever o botão. O grupo sete preferiu considerar tal furo na descrição e julgou este botão como tendo um furo. No entanto, descreveu o furo como um furo com as mesmas características que os demais, ou seja, não diferenciaram a posição do furo do botão.

Formato

Todos os grupos ao descreverem os botões utilizaram termos como: redondo, circular, oval e forma de flor. O grupo quatro além de usar o atributo formato também utilizou as propriedades côncavo e convexo para descrever os botões. Aqueles que apresentavam um vão em seu interior eram classificados como côncavo e os que não possuíam eram classificados como convexo.

Segunda aula - Descrição dos botões – outras características

Conforme descrito no caminho metodológico, na primeira aula os alunos preencheram a primeira tabela do protocolo (Descrição dos botões – características visíveis) e sugeriram testes e observações para descobrir outras características. Assim, os atributos massa, comportamento do botão sob aquecimento, espessura, densidade e condução de eletricidade foram testados na segunda aula.

Massa

Na turma A os grupos um e três solicitaram uma balança para medir a massa dos botões. Na turma B, todos os grupos fizeram a mesma solicitação.

Quando os grupos chegaram ao laboratório as balanças já estavam dispostas sobre a bancada para a realização do procedimento.

Vale destacar que nenhum grupo utilizou o termo massa e sim “peso”, como descrito no exemplo: “precisaremos de uma balança para medir o peso dos botões” (A3).

O fato de os alunos não utilizarem o termo correto provavelmente ocorreu porque em nosso cotidiano a maioria das pessoas utilizam o termo “peso” quando na verdade verificam a massa dos objetos como, por exemplo, o corpo humano ou um botão. O momento, então, foi aproveitado para ensinar aos alunos como utilizar o equipamento e conceituar corretamente o termo massa.

Foi esclarecido aos alunos que a massa de um corpo é a quantidade de matéria que ele possui, que a unidade correspondente é o quilograma (Kg) e que deve ser medida em uma balança.

Já o peso é uma força, dependente da gravidade, deve ser medido em um instrumento chamado dinamômetro e a unidade correspondente é Newton.

Após esses esclarecimentos os alunos determinaram a massa dos botões usando uma balança semianalítica. Apesar de o quilograma ser a unidade fundamental de massa, usamos na prática o grama (g) como unidade principal, pois esta era a unidade utilizada pela balança em questão.

Comportamento do sólido (botão) sob aquecimento

Por questões de segurança este procedimento foi realizado de forma demonstrativa pela professora. É importante destacar que tínhamos botões extras para a realização de testes e que tínhamos a intenção de destruí-los.

Na turma A os grupos dois, três e quatro sugeriram estudar o comportamento dos botões quando colocados no fogo. Questionei: o que vocês querem observar?

Grupo 2 - “Queremos saber quais botões irão pegar fogo.”

Grupo 3 - “Pegaremos os botões com uma pinça e colocaremos no fogo marcando o tempo necessário para eles começarem a sofrer alterações.”

Grupo 4 - “Queremos saber quais botões irão queimar.”

Providenciei cronômetro para o grupo três e, segurando os botões com uma pinça, aproximei-os da chama do bico de bunsen. Neste momento cada grupo estava fazendo suas anotações. Ao final perguntei: vocês conseguiram observar o que queriam?

Grupo 2 - “Apenas os dois botões de madeira pegaram fogo, o de metal ficou escuro e os de plástico derreteram”.

Grupo 3 - “Praticamente não existe diferença no tempo que cada botão começou a sofrer alterações. Resolvemos então descrever quais botões derreteram em contato com o fogo”.

Grupo 4 - “Professora, qual a diferença entre queimar e pegar fogo?”

Respondi que não havia diferença e que esses dois termos são usados para designar um processo denominado combustão. Complementei dizendo que a combustão só ocorre se o material for inflamável e na presença de gás oxigênio. Dei alguns exemplos de materiais inflamáveis, citando a madeira, a parafina, o papel e o carvão. O momento também foi aproveitado para introduzir a ideia de que esses materiais citados só se tornam inflamáveis após mudança de fase de sólida ou líquida para gasosa, e que para isso era necessário o fornecimento de calor. Extrapolei essa explicação para o estudo dos botões, comentando que eles eram

feitos de diferentes materiais (plástico, madeira e metal) e que somente a madeira entrou em combustão na temperatura e no tempo estabelecido para a observação. Se o tempo e a quantidade de energia fornecida fossem maiores, teria sido possível observar que o plástico também entra em combustão.

Porém, com os botões de metal e de plástico ocorreram outras transformações que foram brevemente comentadas. Com o botão de plástico, por exemplo, os alunos observaram e anotaram que eles derreteram. A partir dessa observação, fui introduzindo o termo fundir como sinônimo de derreter, para explicar que alterando a temperatura do material, altera-se também o estado de agregação de suas partículas. Esse processo ocorreu com os botões de plástico, que se tornaram líquidos após fornecimento de calor. Foi comentado que o mesmo não aconteceu com o metal porque cada material tem uma temperatura específica para iniciar o processo de fusão.

Após uma discussão entre os três grupos, os alunos concluíram que seria mais fácil e mais preciso descrever quais botões fundem (derretem) após 15 segundos em contato com o bico de bunsen.

Na turma B apenas o grupo oito sugeriu tal teste.

Grupo 8 - “Veremos quanto o material de cada botão dura com a presença de calor elevado com a ajuda do fogo.”

Questionei: como vocês farão tal observação?

Grupo 8 - “Nós marcaremos o tempo que cada botão levará para sofrer alterações.”

Providenciei cronômetro para o grupo oito e, segurando os botões com uma pinça, aproximei da chama do bico de bunsen. Neste momento o grupo fez suas anotações. Ao final perguntei: vocês conseguiram observar o que queriam?

Grupo 8 - “O tempo para começar a ocorrer alterações é praticamente igual para todos os botões.” Então questionei: como vocês irão proceder com a descrição?

Nessa aula, assim como na turma A, tivemos a mesma discussão envolvendo os conceitos de combustão e de fusão. Em seguida, o grupo negociou entre si o resultado e decidiu descrever se os botões fundem ou não quando em contato com o bico de bunsen.

Densidade

Apenas o grupo oito solicitou uma vasilha com água para identificar se a densidade dos botões era maior ou menor que a densidade da água. O grupo não utilizou o termo densidade, o que era esperado uma vez que eles ainda não haviam estudado tal conceito. Eles queriam identificar quais botões bóiam quando colocados dentro da água. Para realizar o procedimento o grupo colocou os botões em um béquer com água e esperou por dois minutos para, em seguida, observar os botões que boiavam e os que afundavam. Neste momento aproveitamos para introduzir o conceito de densidade⁶. Também comentamos que não identificaríamos a densidade dos botões, apenas saberíamos quais são mais ou menos densos que a água.

O grupo conseguiu confirmar a hipótese levantada. Segundo eles apenas os dois botões de madeira iriam boiar.

Comentei que se esperássemos mais tempo, os botões de madeira poderiam afundar, pois a madeira absorve água e, conseqüentemente, aumenta sua

⁶ Expliquei ao grupo que densidade de um objeto é a razão entre a sua massa e o seu volume. Materiais mais densos que a água afundam e materiais menos densos bóiam. Também comentei que a densidade da água é $1,0 \text{ g/cm}^3$. Sendo assim, todos os botões que boiassem teriam densidade inferior a da água e todos que afundassem teriam densidade superior.

massa. Sendo assim, para minimizar os erros, o ideal seria pintar os botões de madeira, pois tal procedimento evitaria que eles encharcassem e ficassem com uma massa maior alterando sua densidade.

Espessura

Na turma A os grupos três e quatro descreveram tal atributo. Primeiramente tentaram medir a espessura utilizando uma régua. Não conseguiram, pois ao medir com uma régua a menor unidade de medida presente é o mm. Então um aluno perguntou se existia uma régua que tinha uma escala menor. Foi informado que, na prática, isso ficaria inviável, visto que os traços ficariam tão próximos que seria impossível visualizá-los. Mas esclarecemos que existe um equipamento chamado paquímetro que permite medições de décimos ou centésimos de milímetros.

Na aula destinada aos testes de laboratório disponibilizamos o equipamento aos grupos.

Mesmo acreditando que o momento seria propício para ensinar aos alunos como manipular corretamente um paquímetro, optou-se por fazer as medidas de maneira demonstrativa, pois o desenvolvimento de tal habilidade requer tempo e treinamento. No entanto, consideramos que um momento como este pode ser bastante significativo para o aprimoramento desta habilidade. No caso da manipulação do paquímetro, o aluno estaria aprendendo a fazer medidas. Mesmo o paquímetro não sendo um equipamento presente no cotidiano dos estudantes, estes lidam com medidas o tempo todo.

Na turma B os grupos cinco, sete e oito também utilizaram o mesmo atributo. Como na turma A, primeiramente tentaram medir com uma régua. Após

algumas tentativas, questionaram se não havia outro instrumento que fizesse a medida. Novamente explicamos sobre a existência do paquímetro e realizamos o procedimento da mesma forma que na turma A.

Podemos inferir, portanto, que os grupos que utilizaram o atributo espessura conseguiram visualizar o botão como um objeto tridimensional (figura com pontos situados em diferentes planos, possuindo três dimensões). Isto pode ser justificado pelo fato de os alunos já estarem familiarizados a observar e descrever objetos tridimensionais. Esses resultados nos permitem levantar a hipótese de que o conteúdo de geometria espacial já é trabalhado no 7º ano, considerando a complexidade do tema.

Condutividade elétrica

Apenas o grupo seis sugeriu tal atributo. Disponibilizamos um circuito elétrico já pronto para que o grupo identificasse quais botões eram capazes de conduzir eletricidade. O grupo citado realizou o procedimento sem problemas e confirmou a hipótese levantada por eles de que apenas o botão de metal iria conduzir eletricidade⁷.

Tempo de queda dos botões

O grupo seis sugeriu a realização deste procedimento. Solicitaram um cronômetro, pois queriam determinar o tempo de queda dos botões. Colocaram todos os botões sobre a bancada e jogaram um por um no chão marcando com um cronômetro o tempo de queda. Perguntamos se tinham conseguido alcançar o

⁷ Para a realização deste teste os alunos utilizaram um circuito elétrico já existente no laboratório. O circuito foi construído em uma base de madeira. Usamos uma bateria de 9 volts, fios elétricos e um led. Os alunos encostaram as duas extremidades livres dos fios em cada um dos botões. Nos anexos apresentamos uma foto do circuito utilizado para facilitar a compreensão.

objetivo proposto. O grupo respondeu que não, pois com o cronômetro que tinham não era possível diferenciar, pois todos gastavam praticamente o mesmo tempo para cair da bancada de onde foram jogados. Novamente questionamos: então como proceder? Disseram que seria necessário um cronômetro mais preciso ou uma altura maior. Pensaram em jogar os botões do segundo andar da escola, mas acabaram desistindo de utilizar este atributo.

Resistência em contato com ácido concentrado

O grupo dois sugeriu jogar os botões dentro de um ácido concentrado para observar se os botões sofreriam alteração. Pela inexistência de uma capela no laboratório de Ciências e por questões de segurança, o procedimento de jogar os botões em ácido concentrado não foi realizado.

Número de micróbios dos botões

O grupo dois também solicitou um microscópio para medir o número de micróbios de cada botão. O equipamento foi disponibilizado ao grupo. Os alunos, ao tentarem focalizar o botão, questionaram que havia algo errado, pois não estavam enxergando o botão. Aproveitei o momento para esclarecer ao grupo como ocorre a formação da imagem em um microscópio óptico. Após a explicação, o grupo percebeu que não é possível identificar micróbios observando um botão ao microscópio.

Tal resultado demonstra que os estudantes, apesar de já terem utilizado um microscópio em outras aulas, ainda não conseguiram compreender que o material a ser observado precisa ser fino o suficiente para que a luz passe por ele.

Volume do som emitido pelos botões ao serem martelados

O grupo seis queria medir a intensidade ou volume dos sons emitidos ao bater com um martelo sobre os botões. Perguntamos ao grupo: uma pessoa, ao bater com um martelo sobre os botões, conseguirá empregar sempre a mesma força? Ponderaram, conversaram entre si e responderam que seria difícil manter sempre a mesma força em todos os botões. Pensaram, então, em medir a intensidade do som dos botões ao caírem no chão, quando arremessados de uma mesma altura. Este teste não foi realizado pois não tínhamos um aparelho que permitisse medir intensidade de sons.

Apesar de os alunos não usarem, em alguns casos, a terminologia correta como massa, fusão e densidade, podemos identificar nas propostas de análise de outros atributos dos botões (vide segunda aula) que eles sugeriram atividades experimentais que naturalmente não teriam surgido se a atividade proposta fosse fechada, “nível 0” segundo (Herron, 1971). Assim, podemos concluir que, por exemplo, quando o aluno sugeriu verificar a densidade de um dos botões, ele está na verdade construindo uma hipótese para ser testada.

Atividades como a descrita anteriormente permitem maior participação dos estudantes durante o desenvolvimento, fazendo com que reflitam e argumentem sobre o processo de investigação e exigindo maior esforço cognitivo para a resolução.

Quando percebemos que todos os grupos haviam concluído esta etapa da atividade, a professora iniciou a análise da situação com os alunos. Foram tratadas questões relacionadas ao critério de escolha das propriedades utilizadas para descrever os botões e da necessidade de unidade dessas propriedades.

Primeiramente foi pedido a cada grupo que apresentasse sua descrição dos botões ao restante da turma. Ao terminar as apresentações, a turma questionou que não havia tido nenhuma descrição igual. Perguntamos: por quê? Um aluno respondeu: “por que apesar de os botões serem iguais cada grupo escolheu as características que queria descrever” (A 3). Outro aluno complementou: “e mesmo na descrição da mesma característica, tiveram diferenças, como por exemplo em relação à cor”. (A 9). Questionamos: por que houve diferenças? Responderam: “porque algumas propriedades são difíceis de descrever e cada pessoa utiliza como acha melhor”. O momento foi aproveitado para retomar o fato da necessidade de não se utilizar critérios frágeis, ou seja, aqueles que variam de observador para observador. Novamente questionamos: se fossemos começar a descrever os botões novamente como deveríamos proceder? Rapidamente responderam que primeiro deveríamos escolher as propriedades a serem utilizadas e evitar usar propriedades frágeis como, por exemplo, cor e tamanho. Assim, com discussões e reflexões como estas a turma concluiu que: antes de se descrever algo é necessário uniformizar as propriedades utilizadas para tal descrição e que atributos vulneráveis, ou seja, que variam de observador para observador, devem ser evitados.

Terceira aula - Classificação dos botões

Na aula destinada à classificação dos botões a maioria da turma, apresentou dificuldade em executar a tarefa, sendo necessário à intervenção da professora para ajudar na classificação. Com o auxílio docente conseguiram terminar a atividade de forma satisfatória.

Isso pode ser explicado, talvez, pela falta de autonomia dos alunos em atividades experimentais, uma vez que estes estão habituados a executar atividades “tipo receita”, (nível 0), limitando-se a seguir instruções e chegar a um resultado previsível.

Observou-se, ainda, que os grupos que tinham identificado mais atributos apresentaram mais facilidade para classificar os botões, enquanto que os grupos que identificaram poucas características tiveram dificuldades em classificá-los.

Tabela 4 – Comparação entre número de atributos utilizados e quantidade de grupos formados por botões com atributos iguais

| Grupos | Número de atributos utilizados | Quantidade de grupos formados por botões com atributos iguais |
|---------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1 | 4 | 2 |
| 2 | 5 | 3 |
| 3 | 7 | 4 |
| 4 | 9 | 6 |
| 5 | 5 | 3 |
| 6 | 7 | 5 |
| 7 | 5 | 3 |
| 8 | 7 | 4 |

Fonte: idem tabela 2.

Ao final iniciou-se uma discussão com todos e percebeu-se que de maneira geral os objetivos foram alcançados. Assim, extrapolamos a discussão perguntando: é fácil descrever um ser vivo? É fácil classificar um ser vivo? É importante classificar? Então que critérios devemos utilizar para descrever os seres vivos?

Todos queriam expor suas ideias participando da discussão. Para exemplificar citaremos abaixo algumas colocações feitas pelos alunos.

“É necessário a padronização das características utilizadas em uma descrição.”

(A1)

“Devem-se evitar critérios frágeis (aqueles que variam de um observador para outro) como forma, tamanho e cor de um ser vivo.” (A7)

“Não é aconselhável a existência de muitos sistemas diferentes de classificação.” (A11)

O momento foi aproveitado para introduzir o conteúdo classificação dos seres vivos, destacando a fragilidade dos sistemas de classificação e mostrando que o avanço da Biologia permite aprimoramento nos sistemas de classificações. Também destacamos a importância da classificação biológica para facilitar a compreensão da enorme variedade de seres vivos existentes.

Durante o desenvolvimento das atividades foi possível identificar que estas promoveram a interação entre os alunos, pois gerou bastante discussão.

Na expectativa de avaliar o desenvolvimento das atividades e o trabalho dos alunos, ou seja, verificar se realmente houve aprendizagem significativa, executamos uma atividade similar à descrição e classificação de botões.

Sendo assim, solicitamos a seguinte atividade aos alunos: agora que você já compreendeu os objetivos da atividade realizada, descreva que critérios você utilizaria para organizar os livros em uma biblioteca. Lembre-se de justificar sua escolha.

Destacamos que quando foi solicitado aos alunos que criassem critérios para classificar livros, todos evitaram utilizar critérios frágeis como: tamanho, cor, formato e preferiram utilizar características como: autor, gênero literário, faixa etária e assunto.

Exemplificaremos demonstrando a classificação criada por um aluno.

“Em uma biblioteca usaria provavelmente:

gênero: para aqueles que querem poemas, narrativas e etc;

faixa etária: para crianças e para adultos;

assunto: por conteúdo, para dar uma noção ao leitor;

autor: para aqueles que gostariam de um determinado autor;

Tipo de escrita: forma que se escreve;

Ordem alfabética: dentro dessas subdivisões.

Escolhi estes critérios pois acredito que são precisos e que facilitarão na hora de alguém escolher um livro. "(A1)

Os resultados dessa atividade mostram que os estudantes participaram ativamente da atividade proposta, mostrando-se interessados a realizar os procedimentos e participar das discussões. Também evidenciamos que a atividade contribuiu para a reflexão dos alunos sobre os problemas propostos, permitindo-os participar do levantamento de hipóteses, análise dos dados e suas possíveis soluções.

4.1.2 Descrição e classificação de folhas

Como já esclarecido no caminho metodológico, esta atividade também visou obter indícios da ocorrência de aprendizagem significativa.

Para isso, Ausubel (apud MOREIRA1999) propõe a formulação de questões e problemas de maneira nova e diferenciada. Essa transformação deve ser estimulada, pois os alunos estão habituados a uma avaliação que exige a repetição da fala do professor ou do texto contido no livro didático, ou seja, tendem a reproduzir mecanicamente aquilo que o professor diz. O que não significa que os conceitos trabalhados tenham algum significado para os estudantes.

Nesse sentido, apresentaremos aqui a análise das aulas da mesma forma como apresentada para a primeira atividade, a fim de verificar possíveis diferenças ou singularidades referentes ao desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. Entretanto, não se atentará à descrição minuciosa do que foi exposto na aula, pois as ideias norteadoras são as mesmas. A diferença na sequência de aulas se apresenta com relação ao número total de aulas e de alunos. Na primeira atividade trabalhamos com metade da turma por vez e nesta trabalhamos com a turma toda. Também utilizamos três aulas para o desenvolvimento da primeira atividade e apenas duas para a atividade em questão.

Primeira aula - descrição das folhas

Conforme descrito no protocolo foi solicitado aos alunos que observassem atentamente as folhas e as descrevessem.

Tabela 5 – Número de atributos utilizados por cada grupo

| Grupos | Número de alunos por grupo | Número de atributos utilizados |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 6 | 6 |
| 2 | 5 | 5 |
| 3 | 6 | 4 |
| 4 | 6 | 7 |
| 5 | 6 | 4 |

Fonte: idem Tabela 2.

Tabela 6 – Atributos utilizados pelos grupos

| Atributos | Grupos | Total de grupos |
|------------------|---------------|------------------------|
| Tipo de nervura | 1, 3, 4 e 5 | 4 |
| Massa | 1, 2,3 e 5 | 4 |

| | | |
|--------------------------|---------|---|
| Comprimento | 2,3 e 5 | 3 |
| Largura | 2 e 3 | 2 |
| Cor | 1 e 4 | 2 |
| Formato | 2 e 4 | 2 |
| Tamanho | 1 e 4 | 2 |
| Textura (lisa ou áspera) | 1 | 1 |
| Dureza (mole ou dura) | 1 | 1 |
| Densidade | 2 | 1 |
| Importância | 4 | 1 |
| Presença de soros | 4 | 1 |
| Grupo vegetal | 4 | 1 |
| Velocidade de queda | 5 | 1 |

Fonte: idem Tabela 2.

Ao analisarmos a Tabela 6 e compararmos com a Tabela 3, percebemos que muitos dos atributos são os mesmos. Acreditamos que isso ocorreu porque não ficou claro que um dos objetivos da atividade era perceber que as folhas são utilizadas para a classificação dos vegetais. Assim, a maioria dos estudantes, ao fazer a descrição, das folhas procurou utilizar os mesmos atributos usados para descrever os botões.

Em relação ao uso de atributos vulneráveis, isto é, cor, tamanho, formato, textura, dureza e importância, observamos uma diminuição, e um maior cuidado por parte dos alunos ao utilizar características precisas. Isto pode ser evidenciado na Tabela 6, quando comparada com a primeira atividade e nas discussões dos atributos apresentadas a seguir.

Tipo de nervura

Essa característica foi identificada por todos os grupos, mas não foi utilizada pelo grupo dois. Este grupo identificou o atributo durante as discussões, mas como deixou para descrevê-lo por último o tempo não foi suficiente.

Os alunos conseguiram reconhecer a existência das nervuras sem a necessidade de interferência da professora.

Segundo Toruncha (2000) à medida em que as observações e as descrições são mais completas e precisas, facilita a busca do conhecimento e se obtém os elementos necessários para uma análise reflexiva.

Diferenciaram os tipos utilizando os termos: reta, paralela, horizontal, curvada, inclinada e diagonal. Isto era esperado, pois eles ainda não haviam estudado folhas. Ao final da atividade foi esclarecido que os termos corretos eram paralelinérveas (retas) ou reticuladas.

Massa

Quatro grupos solicitaram uma balança para determinar a massa das folhas. Vale destacar que os alunos já sabiam manipular o equipamento. Novamente não utilizaram o termo massa e sim “peso”, como aconteceu na descrição dos botões.

Mais uma vez foi esclarecido aos alunos o conceito correto. Após os esclarecimentos os alunos determinaram a massa das folhas usando uma balança semianalítica.

Comprimento e largura

O grupo três e o grupo cinco descreveram o comprimento e a largura das folhas. O grupo dois descreveu apenas o comprimento. Todos utilizaram uma régua e mediram em centímetros o comprimento e a largura das folhas.

Cor

Na descrição dos botões todos os oito grupos utilizaram este atributo. Já nesta atividade apenas dois optaram por usar. O exemplo abaixo ilustra a discussão entre os componentes do grupo quatro:

A5 - Essa folha é pequena e verde escura...

A8 - Eu não acho que ela é verde escura.

P - O que isso quer dizer? Vocês chegaram a um consenso quanto ao uso da cor? É fácil descrever a cor das folhas?

A5 - Não.

P - É um atributo vulnerável, varia de acordo com quem está observando. Discutam a respeito desse critério.

A5 - E aí, que cor a gente coloca?

A8 - Vamos colocar nessa daqui verde bem claro e nessa verde oliva. Vamos por verde mais claro. E essa outra? Está meio alaranjada. A gente coloca verde alaranjado. Tá bom.

Apesar de as discussões entre os componentes do grupo quatro ter levado a divergências quanto à cor, o grupo continuou usando o atributo em questão, mesmo após a interferência da professora na tentativa de mostrar a fragilidade de tal propriedade. Assim, como todas as folhas eram verdes os alunos

optaram por usar tonalidades, como verde claro, verde escuro, verde oliva, entre outras.

Já o grupo cinco percebeu tal vulnerabilidade e optou por não usar esse atributo, como ilustrado a seguir:

(...)

A2 - Na aula dos botões nós usamos cor. E vocês lembram que no final quando a gente falou, tinha cores diferentes para o mesmo botão?

A9 - É, mas aqui nas folhas é mais difícil, pois tudo é verde. Melhor escolher outra coisa.

(...)

P - E a cor não vão mais usar?

A2 - A gente resolveu tirar porque é difícil e vai variar muito.

Esses episódios revelam a dificuldade que alguns alunos têm em evidenciar a fragilidade do atributo cor. A professora interferiu e permitiu que os alunos explicitassem suas ideias e foi mediando a construção desses conceitos.

Percebe-se, ao comparar esta com a atividade dos botões, um aumento significativo com relação à percepção da fragilidade do critério em questão. Mas nem todos conseguiram compreender este conceito, o que é aceitável por se tratar de uma sala heterogênea e principalmente pelo fato de que a aprendizagem não ocorre com todos no mesmo momento, alguns alunos podem precisar de mais alguns subsídios para assimilar o novo conhecimento.

Formato

Apenas dois grupos descreveram o formato das folhas. O grupo dois preferiu desenhar, como ilustra o fragmento transcrito abaixo:

(...)

P - E o que mais podemos olhar nas folhas para diferenciar uma da outra?

A11 - O formato. A gente pode desenhar o formato?

P - Pode. Mas porque vocês querem desenhar?

A3 - Desenhando fica mais fácil de entender. Todo mundo que vê o desenho sabe como é. Se a gente só escreve como é, as pessoas podem não entender. Foi assim com os botões, a gente só falou e ficou mais difícil de entender.

Analisando o diálogo acima é possível inferir que os alunos perceberam a fragilidade do atributo em questão e buscaram uma maneira de diminuir sua vulnerabilidade. Assim, optaram por desenhar o formato, o que segundo eles contribui para uma maior precisão na descrição.

Observa-se aqui que os alunos apesar de continuarem utilizando a propriedade formato, mostraram uma maneira alternativa para explicar seu raciocínio. Isso só foi possível porque a atividade propiciou que o aluno participasse ativamente da resolução de um problema.

Tamanho

A princípio três grupos queriam descrever tal atributo, mas um deles desistiu de usar a propriedade em questão, pois conseguiu perceber sua vulnerabilidade.

O fragmento transcrito abaixo ilustra esta percepção:

A7 - Professora para medir o tamanho pode usar uma régua?

P - O que você acha melhor, usar uma régua ou os termos pequeno, médio e grande? Lembre-se da fragilidade de alguns critérios. Discutam entre vocês e escolham a melhor maneira para descrever.

A7 - Melhor usar a régua, pois assim não vai variar.

A1 - Então a gente medi o comprimento e não usa mais tamanho, usa comprimento.

A - Tudo bem.

(...)

De acordo com as falas transcritas podemos inferir que o grupo conseguiu perceber a fragilidade do critério e preferiu medir com uma régua, pois acreditavam que assim o resultado seria mais preciso do que utilizando os termos pequeno, médio e grande. Outros dois grupos não conseguiram perceber tal vulnerabilidade e continuaram descrevendo o tamanho das folhas utilizando os termos: pequeno, médio e grande.

Os demais atributos foram descritos por apenas um grupo. No atributo densidade, os alunos também continuaram utilizando o conceito errado. Observaram e descreveram as folhas que flutuavam quando colocadas em um béquer contendo água. Novamente aproveitamos o momento para esclarecer o conceito apropriado.

Além do tipo de nervura, o grupo quatro foi o único que procurou usar outros atributos, que poderiam ajudar na classificação dos vegetais. Descreveram a presença ou ausência de soros e o grupo vegetal ao qual a planta pertence. Tal grupo se destacou, pois além de levar as folhas solicitadas, fizeram uma pesquisa e trouxeram a classificação científica das plantas em questão.

Ao final os relatórios foram recolhidos.

Segunda aula - classificação das folhas

Os alunos apresentaram mais facilidade em realizar a atividade quando comparado à classificação dos botões. Em alguns momentos ainda foi necessária a intervenção da professora, mas as dificuldades foram facilmente contornadas e esta foi concluída sem problemas.

Novamente observamos que os grupos que tinham identificado mais atributos apresentaram mais facilidade para classificar, enquanto os que identificaram poucas características tiveram dificuldades em classificá-los.

Tabela 7 – Comparação entre número de atributos utilizados e quantidade de grupos formados por folhas com atributos iguais

| Grupos | Número de atributos utilizados | Quantidade de grupos formados por folhas com atributos iguais |
|---------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1 | 6 | 5 |
| 2 | 5 | 4 |
| 3 | 4 | 4 |
| 4 | 7 | 5 |
| 5 | 4 | 2 |

Fonte: idem Tabela 2.

Após a conclusão da atividade retomamos o protocolo com os alunos e novamente procuramos evidenciar a vulnerabilidade e a importância dos sistemas de classificação.

P - Lembram que nós discutimos que existiam algumas características que variavam de observador para observador?

A - Sim (resposta geral da turma).

P - Então, por exemplo, se eu pegar uma folha aqui. Se eu pegar essa folha aqui dos meninos. E aí eu pergunto para vocês: qual o formato dessa folha?

A2 - Formato de coração.

A10 - Estrelada.

A9 - Parece o formato do sinal do Canadá.

P - Ou seja, vocês utilizaram formatos diferentes para descrever a mesma folha.

A1 - Vária de acordo com a pessoa que observa.

P - Isso mesmo.

A transcrição acima ilustra a percepção da fragilidade do atributo “formato” pelos estudantes. Outros atributos, como cor, tamanho e textura, também foram analisados com o intuito de facilitar a compreensão da necessidade de se evitar o uso de critérios frágeis.

Durante as discussões, até mesmo os grupos que utilizaram atributos vulneráveis demonstravam compreender a fragilidade da classificação por eles realizada, pois este foi um momento muito privilegiado para a compreensão dos conteúdos necessários para o entendimento do papel da taxonomia na área da biologia. Houve colaboração entre os grupos e, de maneira geral, todos procuravam expor suas ideias enriquecendo a discussão.

Conseguimos evidenciar um avanço na compreensão dos sistemas de classificação, quando comparamos as duas atividades (botões e folhas), mas não o suficiente para a total compreensão do assunto em questão.

Os resultados evidenciam que houve mudança nos critérios utilizados pelos alunos. Isso pode ser indicio que houve progresso, ou seja, acreditamos que houve aprendizagem significativa e aumento do domínio do campo conceitual em

questão. Este fato nos faz acreditar que a participação nas atividades foram muito importante no processo de aprendizagem desses alunos, mas apenas duas atividades é insuficiente para que todos consigam reconhecer a fragilidade dos sistemas de classificação.

4.2 Segunda sequência didática: interação ser vivo e meio ambiente

Esta sequência didática foi idealizada para que o aluno identificasse as interações que ocorrem entre os seres vivos e o meio externo a partir de uma perspectiva macro até o nível celular.

Primeira aula - Estudo das concepções

A primeira aula teve inicialmente como objetivo identificar os conhecimentos utilizados pelos alunos para explicar as relações dos seres vivos com o seu meio externo. Para tanto, foi apresentada a seguinte situação problema aos estudantes: existe ou não uma interação entre os seres vivos e o meio externo? Em outras palavras: vocês acham que os seres vivos recebem influência do meio e também o influenciam? De que maneira?

A partir da situação problema apresentada iniciamos uma discussão na qual todos queriam expor suas ideias. Assim sendo, cada ideia ou resposta do aluno era retomada e discutida novamente com a turma. À medida em que cada ideia era discutida sentimos necessidade de explicar alguns conceitos essenciais para que o aluno pudesse compreender, neste momento, as interações tanto no nível macro como micro.

A análise das ideias levantadas pelos educandos evidenciou concepções sobre alguns fenômenos biológicos como: adaptação, ingestão, respiração, transpiração, etc.

Um dos alunos iniciou a discussão argumentando que a adaptação dos seres vivos é um tipo de interação e citou como exemplo a presença de melanina no corpo humano.

(...) “os homens que vieram da África e foram para a Europa. Então eles foram lá e se adaptaram ao novo modo de vida. Um lugar mais frio, um lugar que não precisava daquela melanina tão ativada como os negros têm. E eles foram a milhões de anos se desenvolvendo para ficarem adaptado a aquele novo meio. Por isso que eu acho que o meio influencia sim. Ou o caso de pessoas que aumentam a produção de melanina quando ficam expostas ao sol”. (A1)

Ao analisar a concepção do estudante, verifica-se que ela apresenta um significado para o termo adaptação biológica muito próximo do conhecimento científico vigente. Entretanto, acreditamos que este significado não está totalmente associado ao seu conceito biológico. Parece que o aluno considera o aumento de melanina através do bronzeamento como uma adaptação biológica que pode ser repassada aos descendentes. Assim, podemos inferir que, nesse exemplo, o termo adaptação foi utilizado como sinônimo de modificação.

Considerando que a turma demonstrou interesse sobre o assunto e apresentou algumas dúvidas, aproveitamos para esclarecer que a ciência acredita que o ser humano - *Homo sapiens* - surgiu na África e que a pele escura era uma adaptação contra a alta incidência de radiação ultravioleta. Entretanto, quando o homem começou a habitar outros continentes mais frios, como a Europa e a Ásia, a

pigmentação da pele passou a ser desvantajosa, pois necessitamos de radiação solar para ampliar a produção de vitamina D.

Assim, acredita-se que as condições ambientais de tais continentes foram um dos fatores responsáveis pela seleção daqueles indivíduos de pele menos escura, pois estes tinham mais facilidade em absorver radiação solar e produzir vitamina D, enquanto as pessoas com muita melanina apresentavam níveis de vitamina D inferiores as concentrações recomendadas. Isso não ocorria no continente africano, porque lá a intensidade dos raios UVB era grande. Também esclarecemos que no caso do bronzeamento, uma pessoa aumenta a produção de melanina e, por isso, fica com a pele mais escura quando se expõe ao sol. Mas, neste caso, os filhos desta pessoa bronzeada não nascerão bronzeados.

Em relação à ingestão os alunos limitaram-se a citar a entrada de substâncias, mas não citaram a eliminação dos resíduos ou excretas. Exemplo: “é ... todos nós bebemos e comemos. Todas as pessoas ingerem substâncias. E por isso nós dependemos do meio onde estamos” (A2).

Alguns alunos destacaram ainda a possibilidade de o homem “pegar” alguma doença.

Aproveitamos este ponto da discussão para retomarmos alguns conceitos que já haviam sido por eles estudados, evidenciando sempre que possível as relações que se estabelecem entre os seres vivos e o meio.

Quando questionados sobre outras formas de interação, consideraram a liberação de gás carbônico e absorção de gás oxigênio. Um aluno se referiu ao processo de respiração celular. Isso desencadeou algumas dúvidas, e optamos por explicar os conceitos.

Esclarecemos que o gás oxigênio, assim como os produtos finais da digestão (principalmente glicose), precisam chegar à célula para que ocorra a respiração celular. Enfatizamos que o processo de respiração não ocorre apenas em nível pulmonar. Também foi comentado sobre a importância da participação do sistema circulatório nesse processo. Tal ponto foi destacado com o objetivo de ressaltar a integração dos sistemas do corpo humano.

Outra forma de interação destacada foi a transpiração. Referiram-se a ela como uma forma de controle térmico e de liberação de substâncias para o meio. Esclarecemos que por meio da transpiração além de perdemos água para eliminar o calor em excesso também eliminamos minerais.

Reconheceram o ser humano como dependente dos recursos do meio e como destruidor destes recursos. Isso ficou muito evidente nas discussões, pois vários estudantes questionaram o uso indevido do ambiente pelo homem.

Foi possível verificar, ainda, que os alunos reconheceram a existência de algumas formas de interação entre os seres vivos e o meio ambiente. Entretanto, ao descreverem como isso ocorre ficou evidenciado que estas relações estão centradas na absorção de substâncias, ou seja, os seres vivos apenas retiram material do meio externo (uma via de mão única)! Outro aspecto observado é que os estudantes, ao apresentarem suas ideias, centraram-se apenas em uma espécie de ser vivo: o ser humano, o que demonstra uma visão antropocêntrica do mundo.

Ao tentarem explicar as interações em outro sentido, ou seja, dos seres vivos em direção ao meio externo, mais uma vez a espécie humana foi considerada, pois a grande maioria destaca a “atividade destrutiva” do homem em relação ao meio ambiente. Também observamos que as interações são centradas no nível macroscópico.

“Se tivéssemos que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diríamos: o fator singular que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 137). Assim, procuramos, partir do conhecimento prévio do aluno, desafiando-o a refletir e conhecer seu verdadeiro potencial na busca de solucionar o problema proposto.

Ao término das discussões sobre as formas de interação foi dada a seguinte atividade: “escrevam um pequeno parágrafo sobre como vocês entenderam a interação entre os seres vivos e o meio, chegando até as trocas em nível celular. Apresentem sugestões de maneira que demonstrem as interações entre os seres vivos e o meio externo em nível celular.”

Apresentaremos a seguir alguns exemplos de parágrafos escritos pelos alunos:

“Como vimos hoje, o ser humano pode ter várias maneiras de contato com o ambiente. Podem ter contato pela ingestão, respiração, transpiração, evolução e destruição. O problema é que às vezes o ser humano, ao fazer contato com o ambiente, acaba prejudicando-o, este é o exemplo da destruição”. (A5)

“Acredito que o ser vivo interage de várias formas diferentes e naturalmente, como através da respiração, o ser vivo recebe gás oxigênio e devolve gás carbônico. Mas nem sempre esse contato é benéfico, como a poluição, destruição, que prejudicam tanto o meio ambiente, pois é impossível viver sem ele”. (A4)

Podemos observar, nos relatos destes alunos, que apesar das discussões e explicações eles mantiveram algumas concepções identificadas durante as discussões e não reconheceram as interações em nível celular.

Observamos ainda uma grande preocupação com a degradação ambiental. A maioria da turma escreveu textos semelhantes aos dos alunos A4 e A5.

Outros exemplos:

“A interação dos seres vivos são as células dentro do nosso organismo que produzem nosso oxigênio e fazem com que o sangue circule dentro de nós”.

(A2)

“Precisamos de oxigênio para respirar, para mandar para as células do nosso corpo. A natureza também oferece alimentos para que obtenhamos energia. Conseguimos energia por meio dos alimentos e fazemos as células funcionarem por meio do gás oxigênio”. (A3)

Nesses dois textos, apesar de encontrarmos concepções incompletas, observamos que os alunos conseguiram reconhecer que a interação também ocorre em nível celular. O aluno A2 considera que o oxigênio é produzido dentro das células e que essa é responsável pelo movimento do sangue. Apesar de não compreender corretamente o processo de respiração celular e a interação entre os sistemas do corpo humano, ele consegue perceber que as células interagem com o meio onde se encontram.

Já o aluno A3 consegue explicar de forma mais clara a relação entre gás oxigênio, alimento e energia, mas também comete erros conceituais. Para ele o gás oxigênio é responsável pelo funcionamento das células. Ele não consegue perceber que o processo de respiração e de digestão dos alimentos está totalmente interligado. Mas reconhece a célula como uma parte do organismo que influencia e é influenciada pelo meio onde se encontra. Tal percepção foi encontrada na minoria dos textos produzidos.

Observamos, ainda, que os alunos quando chegam ao 7º ano (6ª série), já conhecem o termo célula, mas não compreendem o seu funcionamento. Quando questionados sobre as possíveis interações parecem pouco entender e sugerem que as células apresentam certa independência em relação a outras células e ao meio. Também apresentam dificuldades em relacionar a atividade do nosso organismo ao metabolismo celular. Muitos sabem, por exemplo, que ao final do processo digestório, macromoléculas são quebradas em moléculas menores e estas são absorvidas pelo organismo, mas não conseguem relacionar este processo com a atividade celular.

Por fim, a análise dos textos produzidos pelos alunos sugere que a maioria da turma não compreende a existência de interação entre as células e o meio. Eles apenas compreendem a existência de interação entre os seres vivos e o meio dentro do aspecto macro.

Citaremos a seguir algumas sugestões dadas pelos estudantes no intuito de observar as interações em nível celular em uma aula de laboratório:

“Poderíamos fazer um foguete com fermento, açúcar e água”. (A2)

“Pegar sangue de algum aluno, colocar no microscópio e assim poderemos ver as células. Se for possível pegar uma célula e colocar nos tubos, um fica aberto e o outro fechado. Logo após ver as células sem oxigênio e a outra com oxigênio”. (A8)

“Fazer experimentos com plantas”. (A11)

“Podemos, na próxima aula, criar um experimento que demonstrasse a importância da interação”. (A4)

“Decomposição de um ser morto em um microscópio”. (A7)

“Olhar no microscópio terra e água de vários lugares, mostrando os diferentes tipos de organismos presente nesses ambientes”. (A10)

Ao analisarmos as sugestões citadas anteriormente percebemos que, em sua maioria, eram sugestões muito abertas. Na verdade não esperávamos que os alunos criassem protocolos experimentais, mas queríamos proporcionar mais um espaço de reflexão sobre o tema.

Assim, cada sugestão foi retomada com o grupo e discutida a sua viabilidade.

Vale destacar que a primeira aula teve importância especial no desenvolvimento das atividades seguintes, pois evidenciamos o conhecimento que os alunos apresentavam relativos ao tema, sinalizando os principais conceitos que deveríamos trabalhar. Deste modo, buscamos valorizar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto e, a partir deles, desenvolver atividades experimentais que os levassem a reconstruir seus conhecimentos, tornando-os mais próximos do conhecimento científico vigente. Como ficou claro que a maioria dos alunos reconheciam as interações apenas no nível macro, optamos pela realização de protocolos que evidenciassem as interações chegando até o nível micro.

Num primeiro momento pensamos em não utilizar protocolos, e sim permitir que cada grupo desenvolvesse sua própria investigação. Mas a escola em que o projeto foi desenvolvido exigia que a cada aula de laboratório o aluno respondesse a um protocolo experimental para efeito de avaliação. Assim, optamos pela demonstração da primeira atividade sugerida e pelo desenvolvimento de dois protocolos experimentais (apêndice C).

Como dispúnhamos de apenas uma aula para a execução de cada protocolo, optamos por estruturar uma atividade mais direcionada. Desta forma, os

protocolos apresentavam o problema e os caminhos para resolvê-lo. Mas, apesar do direcionamento dado à investigação, a solução não estava definida e os alunos foram questionados durante todo o processo e, na medida em que era possível, foi disponibilizado tempo para reflexão.

Durante a execução das aulas procurou-se atuar de forma questionadora, com condução das perguntas e criação de espaços para que os alunos levantassem suas próprias hipóteses, com priorização da participação dos estudantes na solução do problema.

Outra justificativa para a realização da atividade de fermentação e de observação de células vegetais foi o fato de termos identificado em nossa análise que os estudantes centraram as interações apenas no ser humano. Deste modo, acreditamos que esta atividade facilitará a percepção do aluno de que, não apenas o ser humano, mas todos os seres vivos interagem com o meio onde se encontram.

Segunda aula - Fermentação e observação de células da mucosa bucal

Vale lembrar que estas atividades ocorreram com metade da turma, mas apresentaremos apenas a análise da primeira.

Como não dispúnhamos de mais aulas para o desenvolvimento das atividades experimentais referentes a esta sequência didática, realizamos a atividade de fermentação de forma demonstrativa.

Optamos por esta atividade, pois os alunos já haviam estudado o tema e isso poderia facilitar a compreensão dos processos de interação.

Primeira atividade - Fermentação

A atividade tinha como objetivo evidenciar pelo menos uma das formas de interações em seres vivos unicelulares⁸.

Após a preparação foi pedido aos alunos que observassem o que estava acontecendo. Todos identificaram a formação de bolhas e muitos deles já sabiam que o gás ali presente era o gás carbônico, uma vez que no semestre anterior foi estudado o reino fungi e realizada prática semelhante com leveduras.

O trecho transcrito a seguir ilustra a discussão sobre o experimento:

A2 - “É porque no fermento tem o fungo que é um ser vivo. Esse é uma levedura. E como nós já estudamos as leveduras, eu aprendi que ela realiza a fermentação e libera gás carbônico. Com o foguete nós vamos ver a liberação do gás carbônico e assim a rolha vai sair”.

P - Vocês concordam? Sim (resposta geral da turma).

Após aproximadamente 10 minutos a rolha foi liberada. Perguntei: por que a rolha foi liberada?

A2 - “Foi o gás carbônico que foi liberado pelo fungo que empurrou a rolha”.

P - Por quê?

Silêncio.

P - Relacionem a liberação da rolha com a pressão.

⁸ Não foi desenvolvido um protocolo experimental para esta atividade, apenas disponibilizamos o material solicitado e pedimos ao aluno que havia sugerido fazer o foguete que auxiliasse na montagem do experimento.

Material solicitado: garrafa de refrigerante de 600 ml, água morna, fermento biológico, açúcar, bastão de vidro e rolha para tampar a garrafa.

Procedimento realizado pelo aluno: ele acrescentou aproximadamente 250 ml de água morna, a uma garrafa de refrigerante de 600 ml e, um tablete de fermento biológico e três colheres de sopa de açúcar. Com auxílio de um bastão de vidro, mexeu até que o tablete se desfizesse na solução. Tampou a boca da garrafa com uma rolha e deixou sobre a bancada.

A1 - “O gás carbônico conseguiu empurrar a rolha porque a pressão dentro da garrafa ficou maior, porque liberou muito gás”.

P - Isso mesmo pessoal. Mas porque isso ocorreu?

A2 - “Por que as leveduras liberam gás carbônico para o meio através da fermentação”.

P - E essa interação ocorre a nível celular?

A6 - “Ocorre, pois a levedura já é a própria célula. Ela é um ser vivo unicelular”.

Ao serem questionados sobre o porquê da formação de bolhas a grande maioria destacou o processo de fermentação sem explicar claramente o que estava ocorrendo. Ressaltamos que nesse nível de escolaridade os alunos não dominam os conceitos químicos necessários para a explicação do fenômeno. Segundo (JOHNSTONE, A. H, 1982) o conhecimento químico pode ser classificado em três níveis: macroscópico, microscópico e representacional. Portanto, os alunos nesse nível de escolaridade encontram-se no nível macroscópico.

A descrição detalhada de um fenômeno é um passo importante para, mais tarde, facilitar a compreensão dos outros níveis. O importante nesse caso é que os estudantes tenham compreendido as relações existentes entre leveduras, água e açúcar. Por outro lado, ao explicarem o porquê da liberação do gás, os alunos não fizeram uso dos conhecimentos já existentes sobre pressão. Nesse caso foi necessária a intervenção da professora.

Segunda atividade - Observação de células da mucosa bucal

Apresentamos o protocolo desta atividade no apêndice C.

Ela tinha como objetivo evidenciar, que a célula animal troca substâncias com o seu meio extracelular.

O protocolo começava com a seguinte questão: as células trocam substâncias com o seu meio externo? Todos os alunos concordaram que sim.

Como já havíamos trabalhado o tema na aula anterior apenas relembrei rapidamente os objetivos da atividade e esclareci que o meio externo é o meio em que a célula se encontra. Logo em seguida realizamos o procedimento descrito no protocolo. Primeiramente foi esclarecido aos alunos o que é mucosa bucal, e, em seguida, foi explicado o procedimento para a montagem das lâminas.

Cada grupo montou uma lâmina com células da mucosa bucal. Focalizamos uma das lâminas no microscópio óptico acoplado ao monitor de vídeo e observamos com uma ampliação de 40x e depois de 100x. Comentei que na ampliação de 40x não era possível observar detalhes, mas que já conseguiríamos visualizar as células como pequenos pontos. Na ampliação de 100x questionamos o que os alunos conseguiam observar.

Segundo López (1998) a habilidade de descrição é fundamental no campo das ciências naturais para auxiliar o conhecimento do mundo de forma macroscópica e também microscópica. Sendo assim, como havia a preocupação com o desenvolvimento das habilidades de observação e de descrição, sempre que possível, durante as discussões, solicitávamos aos alunos que descrevessem o que era observado.

Nas descrições das observações os estudantes destacaram o aspecto quase transparente das células observadas (lâmina sem coloração). “A célula tem coloração branca bem clara e suas estruturas são difíceis de visualizar” (A5).

A segunda fase dessa atividade consistia na coloração da lâmina. Após explicar o processo para os alunos perguntamos o que deveria acontecer às células da lâmina. Os alunos foram unânimes em responder que as células ficariam com cor do corante, mas não explicaram o porquê da mudança de coloração das células.

A seguir, pedi que observassem as diferenças entre a lâmina corada, lâmina II, e a sem corante, lâmina I (ilustração no apêndice A). Após a observação das lâminas os estudantes conseguiram perceber que as células sofreram alteração quanto à coloração. Destacaram que o corante deixou as células mais nítidas possibilitando uma melhor visualização do núcleo. O que confirmava a hipótese levantada por eles anteriormente.

Foi perguntado quais estruturas conseguiam ver nas células. Responderam: o núcleo, a membrana e o citoplasma. Foi esclarecido que o ponto mais nítido é o núcleo, pois o corante usado tinha afinidade maior por ácidos e existe grande quantidade de ácidos no núcleo. O espaço mais claro ao redor do núcleo é o citoplasma. Mas o contorno não pode ser chamado de membrana, pois ela é muito delgada e só pode ser vista ao microscópio eletrônico. Desse modo, consideramos o contorno como o limite da célula. Entretanto frisamos que a célula possui membrana, que não pode ser visualizada com um microscópio óptico.

Continuando a observação da lâmina II, na ampliação de 100x ,pedimos aos alunos que comparassem com as células sem corante (lâmina I) e

respondessem a questão 2 do protocolo. Essa questão tinha como objetivo a descrição das alterações observadas (tamanho, coloração e estruturas).

Ao analisar as respostas dos alunos foi possível verificar que eles identificaram corretamente as diferenças entre as células.

“Observamos uma coloração mais escura (roxa) e podemos visualizar de forma fácil as estruturas. As células continuam do mesmo tamanho”. (A4)

“Em relação à primeira lâmina, nem o tamanho, nem as estruturas sofreram alterações. A sua cor se modificou tornando-se roxa e a célula se tornou mais visível”. (A8)

Estes alunos reconheceram que as células mudaram de cor mais não evidenciaram o porquê da mudança. Respostas semelhantes foram elaboradas pela maioria da turma.

“O tamanho e as estruturas ficaram iguais, mas houve uma alteração na coloração, porque entrou corante através da membrana”. (A1)

“O tamanho continuou o mesmo. A cor ficou roxa por causa do corante que entrou lá dentro alterando a cor e facilitando a visualização do núcleo e do citoplasma”. (A9)

Os alunos A1 e A9 além de identificarem a alteração da cor conseguiram evidenciar o porquê da mudança. Tal evidência só foi percebida pela minoria da turma.

Terceira aula - Interação entre células vegetais e meio externo

Assim como na aula anterior, procederemos com a análise dos resultados apenas da primeira turma.

O objetivo desta atividade foi evidenciar que a célula vegetal troca substâncias com o seu meio extracelular.

Primeira atividade - Observação de células de *Elodea sp*

Para montagem das lâminas foram utilizadas amostras de *Elodea sp* (ver imagem em apêndice A). Foi explicado que a folha de *Elódea* é bem fina e assim, não seria necessário fazer cortes para a observação ao microscópio.

Primeiro, observamos uma lâmina montada com *Elodea sp* retirada diretamente da água do aquário – lâmina III (ver imagem em apêndice A). Durante a observação da lâmina foi solicitado aos alunos que descrevessem o material observado na primeira questão do protocolo.

Procuramos direcionar a discussão para que os alunos explicitassem suas ideias sobre o que foi evidenciado durante a observação da lâmina, conforme mostrado na sequência das falas abaixo:

P - O que deu para ver?

A1 - Deu para ver a parede celular.

P - Ela fica em que parte da célula?

A1 - Na parte externa.

A2 - Deu pra ver os cloroplastos.

P - Que cor eles são?

A2 - Verdes por causa da clorofila.

P - E onde eles estão?

A2 - No hialoplasma. Eles ficam espalhados.

P - Isso, hialoplasma é a parte líquida do citoplasma. Deu pra ver a membrana aí?

A6 - Não.

P - Mas ela existe?

A6 - Existe, mas é pequena e não dá pra ver.

P - Isso, na verdade ela é muito fininha e a ampliação foi pequena para permitir sua visualização.

P - E esse espaço que parece estar vazio?

A4 - É onde fica guardada a água. Qual é mesmo o nome?

A1 - É vacúolo.

P - Muito bem. Agora escrevam essa descrição na questão 1.

A análise do diálogo revela que os estudantes descreveram as células com facilidade. Isto também ficou evidenciado na primeira questão do protocolo.

“Pudemos observar as paredes celulares, que são bem nítidas, e as diferenciam de uma célula animal. A parede celular se localiza na parte externa da célula. Pudemos observar os cloroplastos que são verdes, pois possuem clorofila. Vimos também que os cloroplastos se localizam na parte interna da planta espalhados pelo citoplasma”. (A2)

“Observamos cloroplastos de cor esverdeada por causa da clorofila. O vacúolo que retém água e a parede celular cuja não é presente na célula animal”. (A5)

“Possuem cloroplastos. Possuem parede celular. O vacúolo é maior em comparação a célula animal. Não foi possível observar o núcleo. Possui cor

verde pelo fato de possuir clorofila. A membrana envolve a célula, mas não dá para ver. O cloroplasto fica dentro do citoplasma. A água fica no vacúolo”. (A1)

Os textos transcritos novamente evidenciam que os alunos conseguiram descrever a lâmina observada. Percebe-se, em decorrência da análise dessas questões, que, mesmo sem a solicitação expressa, a maioria dos estudantes compara a célula vegetal com a célula animal descrita na aula anterior. Alguns alunos destacam ainda a presença da membrana plasmática, mesmo não sendo possível visualizá-la em razão da pequena ampliação permitida com o uso do microscópio utilizado.

Na sequência, observamos a lâmina montada com *Elodea sp* deixada em água destilada - lâmina IV (ver imagem em apêndice A). Após a focalização das lâminas os alunos foram questionados sobre alterações perceptíveis. De forma unânime os estudantes afirmaram que as células estavam maiores. Explicaram que na verdade o que aumentou de volume foi o vacúolo, provavelmente em razão da entrada de água na célula. Não souberam explicar o porquê do movimento da água e vários alunos apresentaram dúvidas. O momento foi então aproveitado para explicar o movimento da água através da membrana (osmose) de acordo com a concentração do meio.

Não tínhamos a expectativa de que os alunos compreendessem como ocorrem as trocas através da membrana, mas sentimos necessidade de explicar a alteração observada, pois os estudantes se mostraram bastante interessados. Mas, acreditamos que a atividade facilitou ao aluno perceber que algumas substâncias podem entrar ou sair através dos envoltórios celulares.

Em seguida foi pedido que eles comparassem e descrevessem as alterações observadas entre as lâminas III e IV.

“Em comparação com a lâmina anterior observamos uma diferença na folha em que foi adicionada água destilada. O vacúolo encheu ocupando grande espaço das células e fazendo aglomerar os cloroplastos”. (A2)

“As estruturas não se modificaram. Os cloroplastos ficaram mais juntos, perto da parede celular. O vacúolo aumentou em relação à outra lâmina, porque ficou mais cheio de água”. (A10)

“Os cloroplastos estão mais unidos, por conta do aumento dos vacúolos, ambos estão no citoplasma. Os vacúolos aumentaram de tamanho, por conta do aumento de água presente neles. Os cloroplastos estão sendo pressionados pelo vacúolo”. (A2)

Apesar de os estudantes não terem destacado a entrada de água através da membrana, acreditamos que eles conseguiram reconhecer a interação entre a célula e o meio, pois a maioria destacou o aumento do volume do vacúolo em razão da entrada de água.

Segunda atividade - Observação de fatias de batatas

Conforme descrito no protocolo, primeiramente os alunos cortaram duas fatias de batata aproximadamente iguais. Estas fatias foram colocadas em placas de petri. A placa I continha água destilada e a placa II água salgada. Antes das fatias de batata serem colocadas na placa, foi solicitado aos alunos que pegassem nas batatas para a percepção da sua textura.

Após 20 minutos voltamos a observar as fatias de batatas. Os alunos novamente apalparam as batatas e perceberam a alteração na textura. Afirmaram

que a fatia da placa I ficou dura e a da placa II ficou mole. Assim, pedimos a cada grupo que justificasse por escrito no relatório o porquê dessas alterações.

Exemplos de respostas dadas pelos alunos:

Na batata da placa I a água destilada fez com que suas células inchassem e preenchessem os espaços fazendo que ficasse mais dura, pois a água entrou em suas células. Na batata da placa II a água com sal fez com que suas células diminuíssem e o espaço entre elas se tornasse maior fazendo com que a batata ficasse mais mole, pois a água saiu da batata. (A1)

“Na placa I como a água concentrada nos vacúolos da batata possuía mais sais, a água da placa (destilada) entrará nos vacúolos da célula, enchendo-os. Na placa II como a água concentrada nos vacúolos da célula possuem menos sais, essa água sairá a caminho da água que possui mais sais, esvaziando seus vacúolos e deixando esta mole”. (A4)

“Na placa I ficou dura porque a água destilada entrou nas células para controlar a concentração de nutrientes, pois a concentração dentro da batata era maior. Na placa II ficou mole porque na água tinha mais nutrientes que na batata assim a batata liberou água e ficou murcha”. (A1)

“Na placa I a batata estava com mais sais do que a água então a água entrou, o vacúolo encheu e ela ficou dura. Na placa II a água tem mais mineral que a batata, então a batata solta água para tentar igualar e fica mole”. (A7)

Pela análise das respostas podemos inferir que os alunos conseguem reconhecer que a água pode entrar ou sair das células da fatia de batata, dependendo da concentração do meio. Em relação à razão desta movimentação, os alunos ainda apresentaram dificuldades de compreensão. Isso era esperado, pois

durante as aulas apenas comentamos sobre difusão simples (incluindo osmose) para que eles pudessem perceber que a membrana celular permite a entrada e saída de algumas substâncias, uma vez que o objetivo da sequência didática era que eles percebessem que substâncias podem entrar e sair das células. Tal percepção o ajudaria a entender a célula como uma unidade dinâmica que, para se manter, precisa receber nutrientes, água e oxigênio e liberar substâncias inúteis, e que se trata de uma estrutura viva presente em todos os seres vivos com exceção dos vírus.

Ao final da atividade foi solicitado que novamente escrevessem sobre o entendimento a respeito das interações observadas.

“As células interagem com o meio com a troca de água de acordo com a salinidade”. (A6)

“As células interagem com o meio ambiente. Um exemplo é a batata. Dependendo da quantidade de nutrientes ele libera ou suga água”. (A4)

“Nessas aulas pudemos observar que as células podem absorver ou liberar substâncias para o meio, como a água”. (A1)

“As células interagem com o meio onde estão. Vimos que ela pode absorver corante e também água. Essas substâncias passam pela sua membrana e entram em seu interior”. (A2)

Mesmo contendo informações corretas, o texto não expressou todo o processo e todas as discussões que os estudantes realizaram. Durante as aulas os alunos conseguiram se expressar verbalmente de forma mais aprofundada. Diferente da primeira aula, a maioria dos alunos conseguiram reconhecer as interações chegando ao nível microscópico.

Por meio da análise dos dados foi evidenciada a presença de avanço conceitual nas respostas dos alunos. Esse é um forte indício de que a discussão sobre a interação entre os seres vivos e o meio auxiliou os alunos no processo de aprendizagem.

Entretanto, apesar de acreditamos que o avanço na compreensão dos conceitos evidencia a ocorrência de aprendizagem significativa, foi observada a necessidade do desenvolvimento e aplicação de outras atividades em um nível mais profundo de discussão, a fim de disponibilizar aos alunos mais alternativas para a compreensão da interação entre ser vivo e meio externo. Acreditamos que o incremento dessas atividades auxiliariam na evidenciação da ocorrência de aprendizagem significativa.

Por fim, a análise dessa sequência didática mostrou que as atividades experimentais contribuíram para a reflexão dos alunos sobre os problemas propostos, permitindo-os participar do levantamento de hipóteses e análise das possíveis soluções. O professor teve papel importante no desenvolvimento da aula, procurando valorizar a participação dos alunos na construção do conhecimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como destacado em alguns trechos desta dissertação, as discussões a respeito do papel da experimentação no Ensino de Ciências estão longe de um consenso. No entanto, reconhece-se que sua função vai além de comprovar teorias ou simplesmente motivar os alunos. A experimentação deve ser vista como uma atividade problematizadora que leve o aluno a pensar e a refletir sobre o problema em pauta. Nessa perspectiva, o objetivo da investigação aqui trabalhada foi demonstrar que as atividades experimentais podem ir além da mera ilustração da teoria ou da motivação dos estudantes.

Aplicamos duas sequências didáticas baseadas em atividades práticas do nível 1 e 2 (escala de Herron, 1971) e procuramos analisar se essas atividades, tal como foram desenvolvidas, propiciam a aprendizagem significativa e o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos científicos.

No início, os alunos apresentaram dificuldades e, em alguns casos, resistência em relação à proposta de trabalho. Esse tipo de atitude pode ser explicada pelo fato de estarem mais familiarizados com a realização de atividades experimentais com protocolos que dizem exatamente o que deve ser feito e o que vai acontecer. Trata-se, portanto, de protocolos de nível zero.

Esses dados corroboram as pesquisas realizadas por Jiménez *et al.* (2006). Os autores ressaltam que os alunos não estão habituados com este tipo de atividade, sendo assim, pode haver uma resistência por parte deles na utilização de protocolos mais flexíveis, pois os estudantes estão habituados com o roteiro tipo “receita”, (nível 0). Assim, os protocolos utilizados podem ter causado insegurança

nos alunos. Insegurança que acreditamos termos conseguido contornar no decorrer do desenvolvimento das atividades, trabalhando sempre com objetivos claros e orientações adequadas. Considerando tais pontos, é aconselhável que haja uma graduação em relação à utilização de protocolos abertos, começando com protocolos ilustrativos e, aos poucos, introduzindo protocolos dos níveis um, dois e três.

Também percebemos que após a atividade com os botões, quando solicitamos aos alunos que criassem critérios para classificar livros, todos, sem exceção, evitaram utilizar critérios frágeis como, por exemplo, cores.

Na atividade com as folhas, realizada aproximadamente dois meses após a primeira atividade, alguns grupos continuaram a utilizar tais critérios. Isso nos sugere que a vulnerabilidade dos sistemas de classificação ficou clara para os estudantes logo após a execução da primeira atividade, mas que a aprendizagem pode não ter atingido um nível satisfatório para todos. Assim, acreditamos que seja necessária outra intervenção na tentativa de criar mais oportunidades para que os estudantes possam explicitar seus conhecimentos e confrontá-los com os conhecimentos científicos vigentes e reconstruí-los, quando necessário. Nessa perspectiva, o uso de protocolos desafiadores tem o papel de gerar questionamentos e dúvidas desafiando o que os estudantes já sabem!

Entretanto, como já discutido, os resultados mostram um progresso na compreensão dos sistemas de classificação quando comparamos as duas atividades (botões e folhas).

Embora se reconheça que as folhas têm cores menos atrativas que os botões, levantamos a hipótese de que o fato de apenas dois grupos usarem critérios vulneráveis se caracteriza como indício da ocorrência de aprendizagem significativa.

Mas acreditamos que apenas duas atividades foram insuficientes para total compreensão do tema em questão.

Assim, podemos inferir que atividades como estas devem ser realizadas mais vezes no decorrer do ano letivo. Apenas dois momentos é muito pouco para que todos os alunos possam compreender de maneira significativa a vulnerabilidade e a dificuldade dos sistemas de classificação, e especialmente a classificação dos seres vivos. No entanto, isso nem sempre é possível quando o professor necessita cumprir um extenso conteúdo programático. Conteúdo este que, por um lado, é fundamental, pois facilita a organização do trabalho da escola e do professor, mas, por outro, não garante que a aprendizagem seja significativa.

Encontramos muitas lacunas no Ensino de Ciências quando o assunto é o conteúdo programático. Precisamos evitar a fragmentação dos conteúdos e trabalhá-los em sua complexidade. É necessário reduzir tais conteúdos para conseguirmos trabalhar com mais profundidade, o que é relevante para o desenvolvimento do aluno. Nessa perspectiva, o planejamento deve ser flexível e elaborado pelos próprios professores.

Na segunda sequência didática observamos que as atividades foram conduzidas possibilitando aos alunos mais oportunidades para expor suas ideias e levantar hipóteses, o que acreditamos ter contribuído para um resultado mais significativo com relação à aquisição do conhecimento. Mas, ainda assim, consideramos que o tempo foi um fator limitador durante as discussões.

Acredito que minha vivência como aluna tenha influenciado minha prática pedagógica. Isso pode ser justificado pelo fato de tendermos a ensinar do mesmo modo como fomos ensinados. Assim acreditamos que na formação inicial e continuada de professores deve-se contemplar um processo de formação que

também vise à aquisição de aprendizagens significativas. O professor em sua formação também deve ser confrontado com situações-problema. Tais situações devem envolver, portanto, os conhecimentos que o docente já possui e os conhecimentos científicos que devem aprender em cada disciplina. Assim, nós, docentes, poderemos ter mais segurança ao realizar atividades práticas, explorando todas as suas potencialidades.

Consideramos que ao realizarmos novamente estas atividades ou outras com as mesmas características procuraremos dar um melhor direcionando, e um maior tempo, para que os estudantes possam participar efetivamente das discussões promovidas.

A realização deste estudo permitiu, também, uma reflexão sobre minha própria prática de ensino. As transcrições das aulas e a análise dos registros de campo foram essenciais para perceber as minhas limitações e me permitir inferir que em alguns momentos minha postura frente à construção do conhecimento pelo aluno era de encerrar as discussões e informar logo o conceito discutido. Isso aconteceu principalmente na primeira sequência didática, provavelmente porque em minha prática pedagógica não costumava trabalhar levando em consideração o conhecimento prévio e sim informando conceitos científicos aos alunos.

Tal percepção foi importante, pois apontou que, apesar das aulas apresentarem um potencial de inovação em relação às práticas tipo “receita”, minha prática pedagógica ainda precisa ser aperfeiçoada, principalmente no que diz respeito à condução das discussões. Isso implica um processo de mudança que não é fácil nem rápido, mas é possível.

Assim, refletindo sobre meus questionamentos iniciais, considero que as atividades desenvolvidas são viáveis para ser desenvolvida no Ensino de

Ciências podendo contribuir para aquisição de conteúdo e interação entre alunos e professor. É válido destacar ainda que o projeto em questão foi uma pequena investigação planejada com poucas atividades práticas. Mesmo assim, alcançamos resultados satisfatórios em termos da ocorrência de aprendizagem significativa, o que nos faz acreditar no potencial pedagógico da experimentação como promoção da aprendizagem significativa de conteúdos de Ciências.

Enfim, se explorarmos as potencialidades da atividade experimental, esta poderá contribuir para a formação de um indivíduo crítico e reflexivo.

6 REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; e HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Tradução de Eva Nick *et al.* Rio de Janeiro, Interamericana, 1980. Tradução de Educational psychology, New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.

AZEVEDO, MARIA CRISTINA P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, ANNA MARIA PESSOA. Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson, 2003.

AXT, R. O papel da experimentação no ensino de Ciências. In: MOREIRA & AXT. *Tópicos em ensino de Ciências*. Porto Alegre: Sagra: 1991.

ÁLVAREZ, S. M. y CARLINO, P. C. La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 22, n. 2, p. 251-262, 2004.

BIZZO, Nelio. *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo: Ed. Ática, 1998. 144p.

BONITO, J. M. Na procura da definição do conceito de “Atividades práticas”. *Enseñansa de las Ciências de la Tierra*, Extra, p. 8-12, 1996.

BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998

FERREIRA, A. B. H. *Aurélio século XXI: o dicionário da Língua Portuguesa*. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FRACALANZA, H; AMARAL, I. A. do; GOUVEIA, M. S. F. *O Ensino de Ciências no primeiro grau*. São Paulo: Atual, 1986.

FRANCO MARISCAL, A. Como muestra um botón: um ejemplo de trabajo práctico em el área de ciências de la natureza em el segundo curso de educación secundaria obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 25, n.2, p. 275-292, 2005.

GALIAZZI, M. C., ROCHA, J. M. B., SCHMITZ, L. C., SOUZA, M. L., GIESTA, S., GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

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

GARCÍA BARROS, S., MARTÍNEZ LOSADA, C. y MONDELO ALONSO, M. Hacia la innovación de las actividades prácticas desde la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n.2, p. 353-366, 1998.

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. V. 11 (2), 197-212, 1993.

GIL-PÉREZ, D., Furió, C., Valdés, P. Salinas, J. Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, J. González, E., Dumas-Carré, A. Goffard, M. y Pessoa, A.M., ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, v.17, n.2, p. 311-320, 1999.

GIL-PÉREZ, D. La metodología científica y la enseñanza de las Ciencias: unas relaciones convertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4 (2), p.111-121, 1986.

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. v.11, n. 02, p.197-212, 1993.

GURIDI, V. M., ISLAS, S. M. Guías de laboratorio tradicionales y abiertas en física elemental propuesta para diseñar guías abiertas y estudio comparativo entre el uso de este tipo de guías y guías tradicionales. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p.203-220, 2008.

HERRON, M. The nature of scientific inquiry. *School Review*, v. 79, nº 2, 171-212, 1971.

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

JIMÉNEZ VALVERDE, G., LLOBERA JIMÉNEZ, R y LLITJÓS VIZA, A. La atención a la diversidad em lãs prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura. *Enseñanza de las Ciências*, v. 24, n.1, p. 59-70, 2006.

JOHNSTONE, A. *Macro and micro – chemistry*. The School Science Review, v. 64, nº 227, p. 377-379, 1982.

LABURÚ C. E. Seleção de experimentos de física no Ensino Médio: uma investigação a partir da fala dos professores. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 2, p.161-178, 2005.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R.. Fundamentos para um experimento cativante. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 3: p. 382-404, dez. 2006.

LÓPEZ, Mercedes. *Sabes enseñar a describir, definir, argumentar*. Havana: Editorial Pueblo y Educación, 1990
MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: editora Pedagógica e Universitária, 1999.

MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MEDEIROS, A.; BEZERRA, F. S. Natureza da Ciência e Instrumentação para o Ensino da Física. *Ciência & Educação*, v.6, n.2, p.107-117, 2000.

PRAIA, J.F.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciências: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*, v.8, n.2, p.253-262, 2002.

SÉRÉ, M.G. La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciências*, v. 20, n.3, p. 357-368, 2002.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. M. R. *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, p.120-153, 2000.

TORUNCHA, J. Z. *Desarrollo intelectual en las Ciencias naturais*. Madri (Espanha): Editorial Pueblo y Educación, 2000.

WOOLNOUGH, B. *Practical Science*. Open University Press, Buckingham 1991.

APÊNDICE A - Ilustrações



Figura 1 - Laboratório em que a pesquisa foi desenvolvida



Figura 2 - Microscópios ópticos



Figura 3 - Monitor de vídeo acoplado ao microscópio óptico



Figura 4 - Tubulação de gás e bico de bunsen

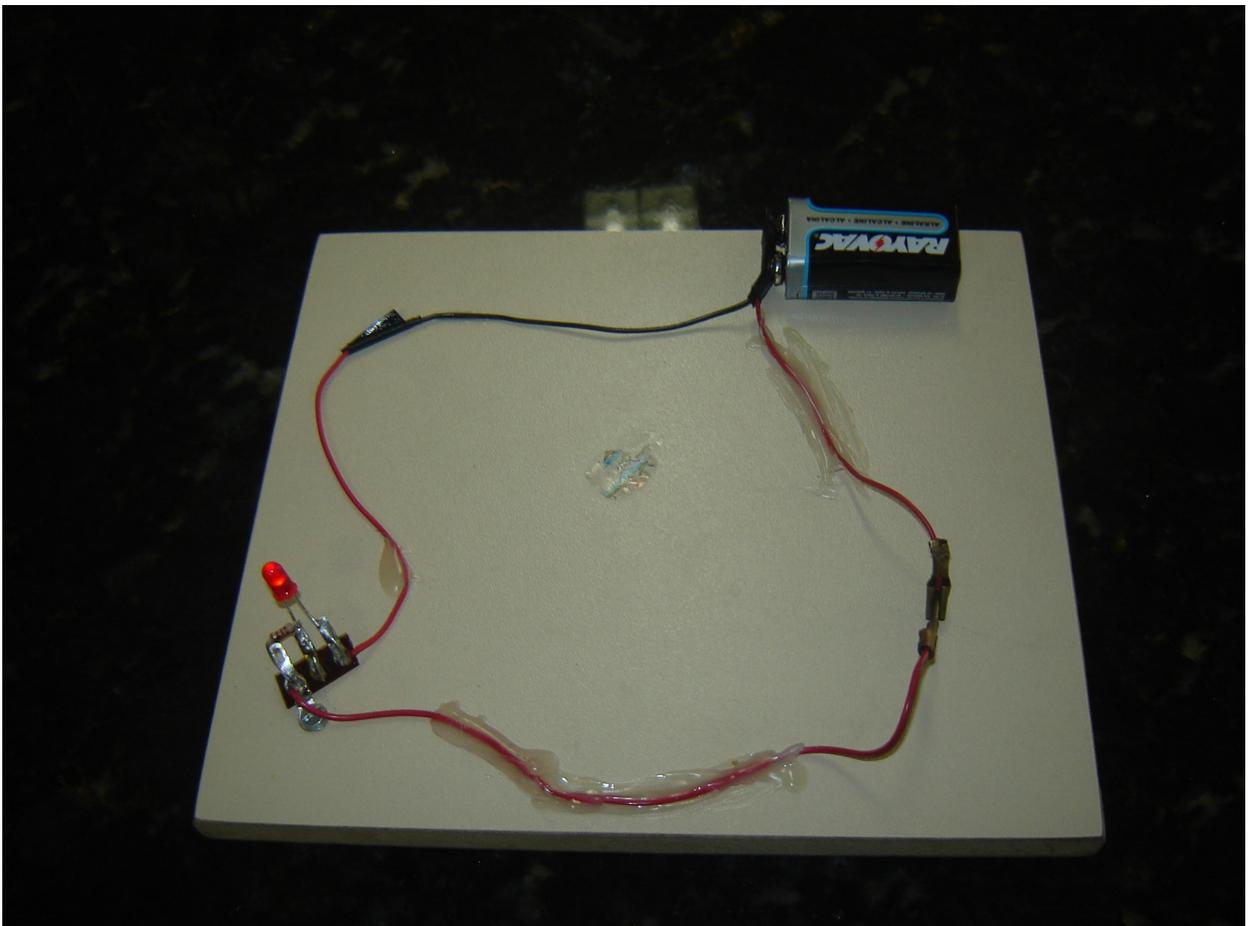


Figura 5 - Circuito elétrico



Figura 6 - Extintor de incêndio



Figura 7 - Lavador de olhos e chuveiro



Figura 8 - Balança semianalítica



Figura 9 - Lupa estereoscópica



Figura 10 - Botões utilizados na atividade



Figura 11 - Aquecimento dos botões na chama do bico de bunsen



Figura 12 - Teste de comparação de densidade entre os botões e a água

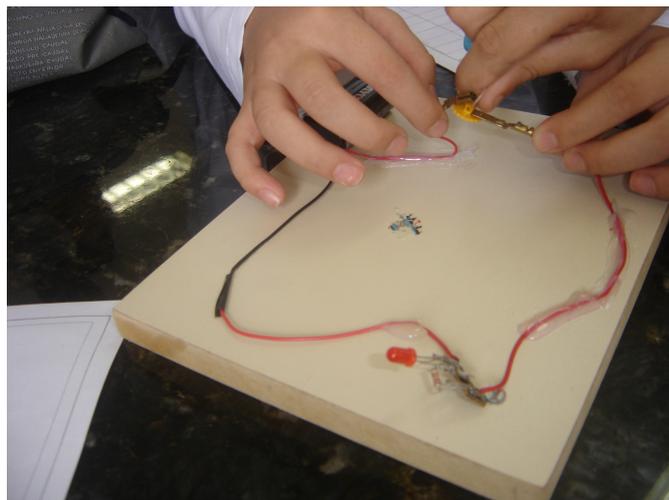


Figura 13 - Teste de condutibilidade elétrica dos botões

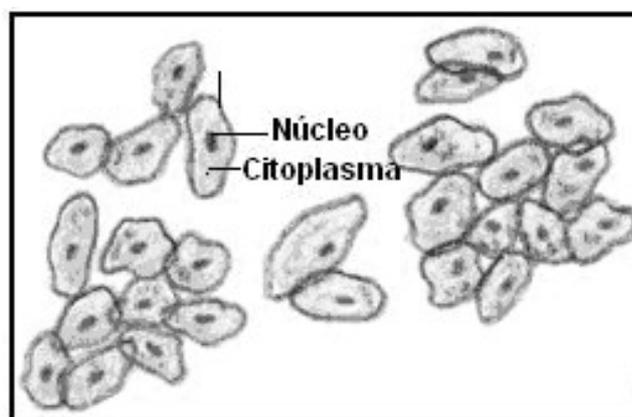


Figura 14 - Lâmina I - Células da mucosa sem coloração em ampliação de 100x

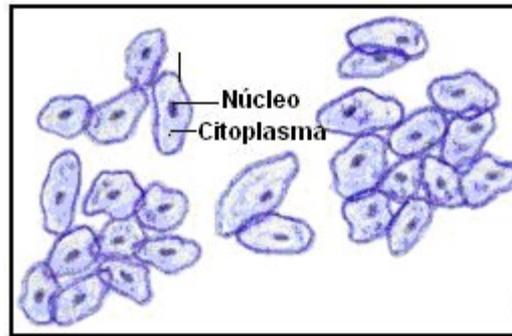


Figura 15 - Lâmina II - Células da mucosa bucal corada com violeta genciana em ampliação de 100x



Figura 16 - Foto de ramo de Elodea sp

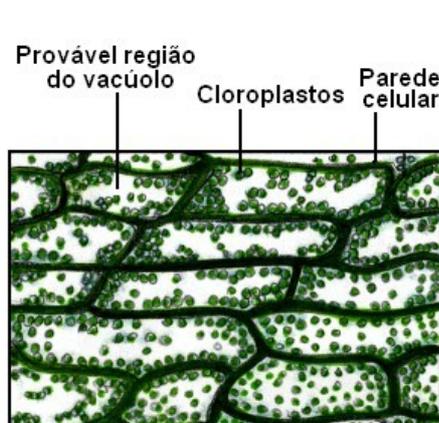


Figura 17 - Lâmina III - *Elodea* sp em água de aquário

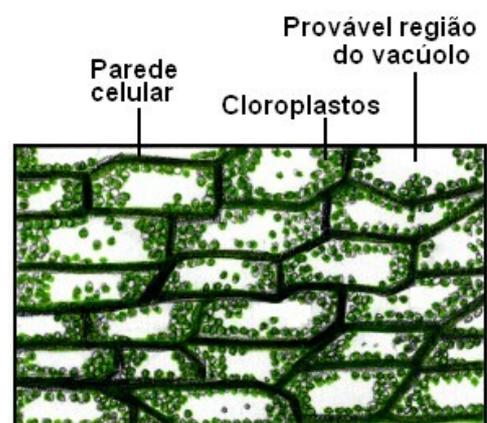


Figura 18 - Lâmina IV - *Elodea* sp em água destilada

APÊNDICE B - Transcrição

**Transcrição da primeira aula da segunda sequência didática
Interação ser vivo e meio externo**

Legenda:

A: aluno

P: professor

P: Nós planejamos uma aula antes da experimentação. A semana que vêm eu vou levar a turma 1 normalmente para o laboratório. E na outra semana a turma 2. Hoje nós vamos introduzir a aula aqui, para que vocês possam discutir sobre o tema da nossa próxima prática. Então o objetivo da aula é discutir a existência ou não de interação dos seres vivos com o meio externo. Meio onde se encontram.

Vocês acham que os seres vivos recebem influência do meio e também o influenciam?

A: Sim. Alunos em coro.

P: Então como pode ser essa influência?

Um de cada vez, quem quiser falar.

A1: Bem eh... Como a gente já estudou, é sobre os homens que vieram da África e foram para a Europa. Então eles foram lá e se adaptaram ao novo modo de vida. Um lugar mais frio, um lugar que não precisava daquela melanina tão ativada como os negros têm. E eles foram a milhões de anos se desenvolvendo para estar adaptado a aquele novo meio. Por isso que eu acho que o meio influencia sim. Ou no caso de pessoas que aumentam a produção de melanina quando ficam expostas ao sol.

P: Ok, as pessoas se adaptam ao meio onde vivem. No caso do surgimento do ser humano acredita-se que ocorreu na África e que a pele escura era uma adaptação contra a incidência dos raios solares. E quando o homem começou a habitar outros continentes mais frios como a Europa e a Ásia a pigmentação da pele passou a ser desvantajosa, pois necessitamos de radiação solar para produzir vitamina D. Pois o frio desses continentes deve ter selecionado aqueles indivíduos com menos melanina, pois eles absorviam mais radiação solar e produziam vitamina D. No caso do bronzeamento, a pessoa aumenta a produção de melanina ficando com a pele mais escura quando se expõe ao sol. Só que nesse caso a adaptação é apenas individual. Os filhos dessa pessoa bronzeada não nascerão bronzeados por causa disso. E lembrem-se que são consideradas características adaptativas aquelas que permitem a sobrevivência do indivíduo até a idade reprodutiva. Estas características são herdadas, isto é, passam dos pais para os filhos. Assim o processo evolutivo, pode levar os organismos a sofrerem modificações que lhes possibilitem maiores chances de sobrevivência no meio ambiente, ajustando-se melhor ao ambiente em que vive.

A1: O meio está influenciando as pessoas e isso pode levar ao surgimento de adaptações.

P: Pode sim.

A2: Dependendo do meio se ele for mal tratado a gente pode pegar uma doença, como uma amebíase.

P: E como? Como nós poderíamos contrair essa doença?

A2: Pela ingestão de água contaminada.

P: Então na verdade eu posso dizer que outra maneira de nós relacionarmos com o meio é através da ingestão. A ingestão é uma maneira de entrar substâncias no nosso organismo?

A2: É. Todos nós bebemos e comemos. Todas as pessoas ingerem substâncias. E para isso nós dependemos do meio onde estamos.

P: E o que mais? Além da ingestão, de que outra maneira pode haver uma relação entre o meio e o os seres vivos? Ou liberando para o meio ou recebendo do meio.

A3: A gente libera gás carbônico.

P: Através de quê?

A3: Por meio da respiração.

P: Então outra maneira de relacionar com o meio é através da respiração?

A3: É pela respiração.

P: E como ocorre a liberação de gás carbônico?

A4: Pela respiração.

A3: Respiração. Aí ela ocorre a nível pulmonar e celular.

A3: Lá na célula irá ocorrer a liberação de gás carbônico.

P: O quê mais?

A4: Pela Transpiração. Não é bem transpiração, é controle térmico. As glândulas sudoríparas trabalham mais quando fica quente. Então pela transpiração nós liberamos substâncias para o meio.

P: Isso mesmo, por meio da transpiração nós perdemos água para eliminar o calor em excesso. Além de eliminar água também eliminamos minerais.

A8: Também se relaciona utilizando tudo o que precisa do meio ambiente. Destruindo o meio ambiente.

P: Então vamos comentar algumas dessas formas. Por exemplo, a ingestão. Entrou no nosso organismo (água, comida, microrganismo). Entrou e vai para onde? Como vai interagir com o nosso organismo?

A11: Vai para as células, para gerar energia.

P: Isso mesmo. O Gabriel também tinha comentado da respiração.

A14: É porque quando a gente respira o gás oxigênio também vai para as células. Lá reage com o alimento e produz energia.

P: Como chega até as células?

A1: Pelo sangue.

P: Nós temos que lembrar que temos milhões de células da ponta do pé à raiz do cabelo. Todas têm que receber alimento e oxigênio. Quem leva é o nosso sangue. E quando chega à célula ocorrem reações entre as substâncias e produção de novas substâncias. Por exemplo, a respiração celular, como vocês disseram. A glicose (alimento) reage com o gás oxigênio e libera gás carbônico, água e também a energia acumulada na molécula de glicose. O gás carbônico e outras substâncias produzidas pelas células são tóxicas ao nosso organismo e precisam ser eliminadas. No caso do gás carbônico vocês já disseram que ele é eliminado por meio da respiração. Mas nós devemos lembrar que as células produzem outras substâncias que também precisam ser eliminadas. Como nós podemos eliminar essas substâncias?

A2: Pelas fezes.

P: Pelas fezes nós eliminamos aqueles alimentos que não foram levados pelo sangue até as células. Parte dos alimentos, aqueles que não são aproveitados vão para o intestino grosso formar as fezes. Então nós podemos dizer que uma das maneiras de relacionar com o meio é através da eliminação de fezes. Mas aqueles resíduos produzidos pelas células e lançados no sangue, como são eliminados?

A4: Pelos rins.

P: Isso mesmo, nossos rins filtram o sangue e eliminam os resíduos que estão nele. Esses resíduos então juntamente com a água formam a urina e são eliminados do

organismo. Assim, também podemos dizer que nos relacionamos com o meio através da liberação de urina.

P: Então o nosso corpo se relaciona de diversas maneiras com o ambiente. Ele pode liberar algo para o meio ou utilizar algo do meio. E essa relação chega até nível celular.

P: E essa interação ocorre com outros tipos de seres vivos?

A3: Sim

P: Isso mesmo. Em maior ou menor grau mais acontece. Então é importante nós percebemos que os seres vivos dependem e influenciam o meio onde vivem. Também é importante lembrar que essas relações podem ser benéficas ou não. Como o exemplo que o Yuri deu. Ele disse que se nós bebermos água contaminada com ameba podemos contrair amebíase. A Ane também comentou que nós não usamos os recursos do meio de forma sustentável, trazendo assim prejuízos para o meio ambiente e conseqüentemente para nós mesmos.

A5: A senhora falando da ingestão, da eliminação de gás carbônico pelo corpo, eu me lembrei que o gás que mais polui o meio ambiente não é o gás carbônico é o gás metano, que também é liberado pelos seres vivos.

Através de que?

A4: Flatulência.

P: Isso mesmo, vamos sempre falar os termos corretos.

P: O metano contribui muito com o efeito estufa. Mas a quantidade liberada por nós seres humanos é mínima. A maior liberação ocorre pelos animais ruminantes, pois eles possuem grande quantidade de bactérias fermentadoras que são responsáveis pela liberação desse gás.

A7: Professora eu vi numa reportagem, não me lembro qual, que existe gás metano debaixo do gelo da antártica e parece que esse gás está sendo liberado e aumentando o efeito estufa.

P: Bem, eu também li alguma coisa sobre o assunto. Sei que alguns cientistas descobriram debaixo do solo da antártica grandes quantidades de metano sendo liberados para a atmosfera. E alguns acreditam que isso é um dos fatores que está agravando o efeito estufa.

P: Então reforçando, deu para a gente perceber que essa interação não ocorre só com seres humanos, mas com todos os seres vivos. Nós dependemos do meio para sobreviver. Também dependemos de outros seres vivos para viver. Nós estudamos isso o ano passado em ecologia, quando vimos cadeia alimentar e outras interações entre seres vivos.

A9: É professora, mas é importante falar que o ser humano influencia o meio prejudicando em diversas coisas como a poluição e o efeito estufa.

P: Nós, seres humanos, utilizamos os recursos do meio sem pensar em sua sustentabilidade, e isso acarreta problemas para nós mesmos. A poluição, o aquecimento global e vários outros problemas que nós causamos por usar os recursos de forma descontrolada.

P: Então vocês colocaram algumas formas de relacionamento com o meio. Alguém quer colocar mais alguma?

P: Então agora eu quero que vocês pensem em como nós podemos observar essa interação em uma aula de laboratório. Eu vou entregar uma folha para cada aluno e eu quero que vocês escrevam um pequeno parágrafo sobre como vocês entenderam que ocorre essa interação do nosso organismo com o meio, chegando até as trocas em nível celular. Depois o que pode ser feito em nossas aulas de laboratório para que nós possamos visualizar uma ou mais dessas formas de

interação, chegando até a interação com as células. Qualquer sugestão que vocês tenham, desde que seja viável pode ser colocada. Depois eu vou ler e a partir das sugestões de vocês elaborar nossa próxima prática. OK.

A1: Qualquer sugestão?

P: Têm que ser viável. Lembrem-se do nosso laboratório, da estrutura, do que nós temos e veja se vai ser possível fazer.

APÊNDICE C - Protocolos Experimentais

CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS

Primeiro protocolo - Descrição dos botões

Segundo protocolo - Classificação dos botões

Terceiro protocolo - Descrição das folhas

Quarto protocolo - Classificação das folhas

INTERAÇÃO SER VIVO E MEIO EXTERNO

Quinto protocolo - Observação de células da mucosa bucal

Sexto protocolo - Observação de células vegetais

PROTOCOLO I - DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE BOTÕES

Objetivos:

Compreender a importância e o significado da classificação, além da necessidade de padronização das características utilizadas.

Reconhecer a vulnerabilidade e a dificuldade dos sistemas de classificação.

Procedimento:

1. Preencha a tabela de descrição dos botões seguindo as instruções abaixo:

cada botão deve ser descrito seguindo sua identificação e a identificação da primeira coluna da tabela;

descreva cada botão com o maior detalhamento possível, indicando cada propriedade (característica) do mesmo em uma coluna;

utilize quantas colunas achar necessária para descrever de forma detalhada os botões.

2. Para descobrir outras características dos botões podemos realizar observações com aparelhos e eventualmente fazer alguns testes no laboratório. Sendo assim, descreva no espaço abaixo o que você sugeriu para descobrir novas características e quais materiais serão necessários.

| |
|--|
| |
|--|

PROTOCOLO II - DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE BOTÕES

Imagine que você é funcionário de uma loja de aviamentos e que seu trabalho é separar uma série de botões utilizando características similares para classificá-los em recipientes distintos. Sendo assim, observe novamente os 10 botões e forme um grupo que contenha o maior número de botões possíveis sendo que todos devem possuir uma característica em comum. Indique na tabela correspondente qual é esta característica e que botões se incluem neste grupo.

Forme agora outro grupo de botões com duas características comuns. Indique quais são as características e quais botões se incluem no grupo.

Crie novamente mais um grupo de botões, sendo este formado por três características comuns. Indique quais são as características e quais botões se incluem no grupo.

Continue a classificação acrescentando sempre uma nova característica até conseguir usar o máximo de características possíveis.

Classificação dos botões

| | Características | Botões | Total de Botões |
|----|------------------------|---------------|------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

PROTOCOLO III - DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE FOLHAS

Objetivos:

Compreender a importância e o significado da classificação, além da necessidade de padronização das características utilizadas.

Reconhecer a vulnerabilidade e a dificuldade dos sistemas de classificação.

Perceber que as folhas são atributos utilizados para a classificação dos vegetais.

Procedimento:

Cada aluno deverá trazer duas folhas diferentes com a descrição do local de coleta e se possível identificar a planta da qual retirou a folha.

Cada grupo deverá escolher oito folhas para descrever.

As folhas devem ser identificadas de A a H.

Obs: Ao final das descrições cada grupo deverá guardar suas folhas em sacos plásticos identificados.

Preencha a tabela de descrição das folhas seguindo as instruções abaixo:

cada folha deve ser descrita seguindo sua identificação e a identificação da primeira coluna da tabela,

descreva cada folha com o maior detalhamento possível, indicando cada propriedade (característica) da mesma em uma coluna,

utilize quantas colunas achar necessária para descrever de forma detalhada as folhas.

Se precisar de algum aparelho ou material para realização de testes ou observações favor solicitar a professora.

PROTOCOLO IV - CLASSIFICAÇÃO DE FOLHAS

Observe as 08 folhas descritas na aula anterior e forme um grupo que contenha o maior número de folhas possíveis sendo que todos devem possuir uma característica em comum. Indique qual é esta característica e que folhas se incluem neste grupo.

Forme agora outro grupo de folhas com duas características comuns. Indique quais são as características e quais folhas se incluem no grupo.

Continue a classificação acrescentando sempre uma nova característica até conseguir usar o máximo de características possíveis.

Classificação das folhas

| | Características | Folhas | Total de Folhas |
|----|------------------------|---------------|------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

PROTOCOLO V - OBSERVAÇÃO DE CÉLULAS DA MUCOSA BUCAL
AS CÉLULAS TROCAM SUBSTÂNCIAS COM O SEU MEIO EXTERNO?

Objetivo: Reconhecer que a célula animal troca substâncias com o seu meio extracelular.

Material: Lâmina, lamínula, violeta genciana, 1 espátula de madeira, microscópio óptico (MCO), microscópio óptico acoplado ao monitor de vídeo.

Procedimento:

Com a espátula, raspe a mucosa bucal.

Espalhe, suavemente, o material colhido com a espátula sobre a lâmina, formando uma camada bem fina (esfregaço).

Obs.: Não aperte a espátula sobre a lâmina e faça o movimento em um só sentido, uma única vez.

Leve a lâmina ao microscópio e observe em aumento de 40X e 100X.

Descreva o que foi observado. (coloração, estruturas).

Retire a lâmina do microscópio, leve à cuba de coloração, onde deverá permanecer por 1 min.

Lave em água corrente. Deixe a água escorrer sobre o dorso de sua mão e cair suavemente na lâmina para que o material não se solte

Seque a lâmina com papel toalha e observe-a em aumento de 40X e 100X .

Questão para discussão antes da visualização da lâmina corada

Você espera observar alguma alteração? Qual(is)?

Questões para discussão após a visualização da lâmina corada

Se você observou alguma alteração responda as questões a seguir.

Como você explica a alteração observada?

Descreva a(s) alteração(ões) observada(s) em comparação com a lâmina antes da coloração. (tamanho, coloração, estruturas).

PROTOCOLO VI - INFLUÊNCIA DO MEIO EM NÍVEL CELULAR EM CÉLULAS VEGETAIS

Objetivo: Reconhecer que a célula vegetal troca substâncias com o seu meio extracelular.

Material: Lâmina, lamínula, batata, sal, água destilada, *Elodea sp*, microscópio óptico acoplado ao monitor de vídeo.

Procedimento:

Parte 1

Corte duas fatias de batata aproximadamente iguais. Estas fatias devem ser colocadas nas placas de Petri I e II nas quais existem soluções de diferentes concentrações. Placa I (água destilada) e placa II (água salgada).

Aguarde (enquanto aguarda faça o próximo procedimento).

Parte 2

Retire duas folhas de *Elodea sp* do aquário. Coloque uma sobre a lâmina e a outra na placa de petri com água destilada.

Coloque a lamínula sobre a lâmina e observe em aumento de 40, 100 e 400X no microscópio.

Descreva as células observadas. (estruturas, localização das estruturas).

Retire uma folha de *Elodea sp* do recipiente com água destilada e coloque sobre a lâmina.

Questão para discussão antes da visualização da lâmina de Elodea sp em água destilada.

Você espera observar alguma alteração? Qual(is)?

Questões para discussão após a visualização da lâmina de Elodea sp em água destilada.

Se você observou alguma alteração responda as questões a seguir.

Como você explica a alteração observada?

Descreva as alterações observadas entre as duas lâminas. (estruturas, localização das estruturas, tamanho em relação à lâmina anterior).

Continuação procedimento 1

Retire as fatias de batata com a mão e observe as alterações. Coloque-as novamente nas respectivas placas.

Descreva as diferenças observadas entre as duas fatias de batatas.

Batata da placa I:

Batata da placa II:

Justifique as alterações ocorridas nas batatas considerando as trocas existente entre as células e o meio.

Batata da placa I:

Batata da placa II:

APÊNDICE D - Proposição de Ensino



Universidade de Brasília
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa

Kellen Giani

Proposta de ação profissional resultante da Dissertação de Mestrado realizada sob orientação da Prof^a. Dr^a. Maria Helena da Silva Carneiro e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências - Área de concentração: Ensino de Biologia, pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF
Mai 2010

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| INTRODUÇÃO..... | 160 |
| 1 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 163 |
| 2 DETALHAMENTO DA PROPOSTA..... | 167 |
| 2.1 Primeira sequência didática: taxonomia dos seres vivos..... | 167 |
| 2.2 Segunda sequência didática: interação ser vivo e meio externo..... | 173 |
| 3 PROTOCOLOS EXPERIMENTAIS..... | 175 |
| 4 REFERÊNCIAS..... | 190 |

INTRODUÇÃO

Falar sobre experimentação não é novidade na literatura da área de Ensino de Ciências e há vários argumentos para justificar a sua inserção no processo de ensino e aprendizagem. A experimentação é, muitas vezes, tida como a solução para os problemas do Ensino de Ciências. Mas, por outro lado, ao se observar às atividades experimentais colocadas em prática nota-se que o aluno apenas executa os procedimentos escritos nos protocolos experimentais, muitas vezes sem refletir sobre a atividade que esta fazendo.

No que se refere às dificuldades impostas ao ensino experimental, Axt (1991), ressalta a impossibilidade de fazer reparos ou reposições e a pouca qualificação dos professores. Silva e Zanon (2000), também reiteram os mesmos problemas e destacam que a maioria dos professores considera a experimentação fundamental para melhorar o ensino, mas lamentam a carência de condições para tal, referindo-se a turmas grandes, inadequação da infraestrutura física/material, carga horária reduzida. Os autores destacam ainda a falta de clareza do professor sobre o papel da experimentação na aprendizagem dos alunos. Concordamos com os autores quando afirmam que o ponto primordial da ausência da experimentação está na formação docente e não apenas na falta de recursos.

Hodson (1994) também tece um olhar crítico sobre o trabalho experimental feito nas escolas. Apresenta resultados e argumentos teóricos para reforçar a ideia de que muito do trabalho experimental que se faz nas escolas é mal concebido, confuso e improdutivo, sendo, portanto de pequeno valor educacional. Segundo ele as categorias que sintetizam os objetivos da experimentação, de

acordo com o entendimento dos professores de Ciências podem ser resumidas em: motivação, estimulação do interesse, desenvolvimento de habilidades de laboratório, aumento da aprendizagem de conceitos científicos, introdução ao método científico e desenvolvimento de certas "atitudes científicas", tais como objetividade e prontidão para emitir julgamentos (HODSON, 1994, p.300).

Independente das propostas existentes para introduzir ou intensificar o uso da experimentação nas aulas de Ciências, Axt (1991) salienta que o uso da experimentação, deve levar em consideração cinco questões relevantes: o domínio de conceitos que os professores possuem; a correspondência do material às condições de ensino-aprendizagem da nossa realidade escolar; a adequação do material às necessidades e habilidades dos alunos e a integração da experimentação ao ensino (AXT, 1991, p. 87).

Nessa perspectiva o professor necessita estar bem preparado e motivado para o desenvolvimento de atividades experimentais, podendo assim explorar plenamente as potencialidades da experimentação e desenvolver aulas experimentais com mais freqüência e com melhores resultados.

Na realidade, não deveria haver distinção entre sala de aula e laboratório, uma vez que, diante de um problema os estudantes devem fazer mais do que observações e medidas experimentais. Romper com essa concepção dicotômica é difícil, pois os professores construíram um modelo de ensino experimental ao longo da sua vivência escolar, e na universidade, ele é reforçado. As atividades práticas desenvolvidas nos cursos de licenciatura reiteram a visão dicotômica, uma vez que a maioria das disciplinas curriculares são divididas entre teóricas e práticas. Assim, acreditamos que de nada adiantará um laboratório bem estruturado se os docentes continuarem com uma visão simplista a respeito da

experimentação, ou seja, atribuindo ao trabalho experimental a função apenas de comprovação de leis e teorias.

Com base no que foi exposto apresentaremos uma proposta de utilização de atividades experimentais como recurso para promover a aprendizagem significativa. Ressaltamos que essa proposta visa fornecer ao professor mais uma alternativa para a abordagem de conteúdos de Ciência que proporcionem aos educandos, uma participação ativa no processo de ensino e aprendizagem.

A proposição é fundamentada no uso de atividades práticas “abertas”, que possibilitem aos alunos a participação durante o processo. Neste sentido, procuramos estruturar atividades a partir do tratamento de situações problema, susceptíveis de interessar os alunos a participarem como sujeito ativo. As sugestões aqui apresentadas visam a integração teoria-prática em nível de Ensino Fundamental, referente aos assuntos classificação dos seres vivos e interação entre seres vivos e meio externo.

Esta proposição é parte integrante de um projeto desenvolvido no âmbito de um mestrado profissionalizante. Assim caso seja necessário mais detalhes consulte a dissertação.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Ausubel *et al.*, (1980) para a aquisição de uma aprendizagem significativa deve haver alguma associação entre o novo conhecimento e aquele já existente na estrutura cognitiva do aluno. Nessa perspectiva, a realização de uma atividade experimental sem reflexão e sem criar condições para que o aluno estabeleça a ligação necessária entre os conhecimentos não garante a aprendizagem significativa. O professor ao desenvolver esse tipo de atividade deve sempre valorizar as concepções prévias dos alunos. Nesse sentido toda ação pedagógica seja ela desenvolvida em sala de aula ou em um laboratório deve criar condições nas quais o aluno possa refletir avaliar os seus conhecimentos e reestruturá-los se necessário.

Como já dito anteriormente, o estudo das implicações pedagógicas das práticas experimentais é antigo. Schwab (1962, apud Herron 1971) propõe, em um ensaio sobre trabalho experimental -“The Teaching of Science as Enquiry”- a partir de análise das características de diferentes atividades experimentais aplicadas no Ensino Médio (antigo ensino secundário), uma classificação, que mais tarde foi aprimorada por Marshal D. Herron (1971).

Herron (1971) apresenta quatro níveis em que os materiais de laboratórios podem ser classificados:

Tabela I- Níveis de Abertura (Herron 1971)

| Nível | Problema | Método | Solução |
|-------|----------|--------|---------|
| 0 | Dado | Dado | Dada |
| 1 | Dado | Dado | Aberta |
| 2 | Dado | Aberto | Aberta |
| 3 | Aberto | Aberto | Aberta |

- Nível zero: os problemas, métodos e soluções são dados ou são imediatamente óbvios a partir das informações contidas no roteiro experimental. Nessa categoria também se enquadram às atividades em que os estudantes são simples observadores da experiência ou quando estes apenas aprendem a dominar alguma técnica laboratorial em particular. Consiste em uma comprovação prática de princípios teóricos.
- Nível um: o manual apresenta o problema pronto, descreve caminhos e fornece meios para o estudante descobrir relações que ainda não conhece.
- Nível dois: os problemas são apresentados, mas os métodos e as soluções são deixados abertos. Caracteriza-se por ser uma investigação estruturada onde o estudante aprende a selecionar o material, desenvolver um método, pois estes dois fatores podem não ser totalmente facilitados pelo professor.
- Nível três: o problema, bem como os métodos e as questões é deixado aberto. O estudante é confrontado com o fenômeno bruto.

Os protocolos de laboratório normalmente utilizados pelos professores são “fechados”, correspondendo ao nível zero na escala proposta por Herron (1971). Os mesmos possuem um formato que não permite ao estudante seguir outro caminho alternativo, sendo predominantemente experimentos de verificação o que não promove a reflexão.

Jiménez *et al.* (2006) consideram que “níveis baixos” de abertura requerem processos cognitivos de baixa ordem (conhecimento) e não levam a uma

aprendizagem significativa. Atividades desse tipo, classificadas como ilustrativas não permitem ao aluno exercitar sua capacidade de pensamento, pois o professor dirige todo o trabalho e o aluno apenas repete as instruções do guia. Essa prática tipo “receita” não dá nenhuma importância à planificação da investigação ou a interpretação dos resultados. Normalmente não se concede o tempo suficiente para reflexão, nem para integrar a prática com os conceitos ou proposições que já se conhece, característica da aprendizagem significativa.

Práticas caracterizadas por “níveis abertos” requerem muito mais atenção e esforço intelectual do aluno, são menos dirigidas e conferem aos estudantes uma responsabilidade muito maior na hora de decidir o procedimento adequado, o que favorece reflexão, discussões e possibilita o aluno associar de uma maneira mais clara os conceitos teóricos aos dados empíricos. Assim, parece que a implementação de contextos compatíveis com os da cultura científica podem ser buscados na tentativa de propor aos estudantes problemas cuja solução não esteja definida de antemão e pode não ser a única. Valorizando não a solução e sim o caminho que se usa para chegar a ela. Aprender Ciência não é só aprender conceitos e modelos é também praticar de alguma forma o trabalho científico.

Os alunos também não estão habituados com este tipo de atividade. Sendo assim, pode haver uma resistência por parte dos mesmos na utilização de protocolos mais flexíveis, pois os mesmos estão familiarizados com o roteiro tipo “receita”, em que tudo já vem pronto. Podem se sentir inseguros para a execução dos mesmos, quando não recebem orientação adequada.

O alcance do uso de protocolos mais abertos e flexíveis é fundamental, mas sempre dando orientações para que se consiga resolver o problema proposto, e

ao mesmo tempo, tendo cuidado para evitar que o aluno não se perca pela falta de informações ou desestruturação do mesmo.

Durante as investigações, os alunos utilizaram um roteiro previamente produzido pela professora com o intuito de auxiliá-los durante o desenvolvimento das atividades. Trabalhamos com roteiros experimentais classificados na escala proposta por Herron (1971), como nível um e dois. Sendo assim, procuramos trabalhar de forma problematizadora, criando oportunidades para o aluno elaborar e testar suas hipóteses.

2 DETALHAMENTO DA PROPOSTA

2.1 Primeira sequência didática: taxonomia dos seres vivos

Classificar significa agrupar, tendo por base aspectos de semelhança entre os elementos. Esta é uma atividade inerente do ser humano, pois vivemos automaticamente classificando coisas e ideias, a fim de compreendê-las. Ao se classificar livros, por exemplo, leva-se em conta critérios de semelhança como autor, editora, o ano em que o livro foi publicado, assunto, etc.

Em qualquer atividade científica é fundamental a definição de critérios, com vista à unidade de procedimentos que possam ser igualmente entendidos e aplicados por qualquer estudioso. Mas, apesar disso, os critérios de classificação são relativos: dependem do contexto em que são inseridos, do momento histórico e das necessidades da área.

Também se deve ressaltar que os conhecimentos em biologia vêm se aprimorando a cada ano, o que possibilita um entendimento mais detalhado do ser vivo como um todo. Hoje existem microscópios com alta capacidade de ampliação e excelente poder de resolução. Além disso, somos surpreendidos a cada dia com novos avanços dentro da biologia molecular, que implica a identificação de novas características dos seres vivos, interferindo no sistema de classificação.

A tentativa de sistematizar o mundo vivo é bastante antiga e os critérios empregados pelos naturalistas variavam muito. As primeiras classificações dos seres vivos foram desenvolvidas por Aristóteles, filósofo grego que viveu de 384 a 322 a.C, e não tinham qualquer característica filogenética (ou seja, de se

investigar a origem e parentesco entre eles), uma vez que se supunha que a origem de todos os seres vivos era única. Esses sistemas de classificação que utilizam critérios arbitrários são chamados sistemas artificiais. Eles não refletem as semelhanças e diferenças fundamentais entre os seres vivos.

Atualmente, os sistemas de classificação consideram um conjunto de caracteres relevantes, os quais permitem verificar as relações de parentesco evolutivo e estabelecer a filogenia dos diferentes grupos, isto é, estabelecer as principais linhas evolutivas desses grupos. São conhecidas por sistemas naturais, pois ordenam naturalmente os organismos, visando ao estabelecimento das relações de parentesco evolutivo entre eles.

Taxonomia dos seres vivos é um dos tópicos do conteúdo programático do 7º ano (antiga 6ª série), e tem por objetivo criar situações para o aluno perceber a importância e o significado da classificação dos seres vivos, além da necessidade da padronização dos nomes das diferentes espécies.

Essa sequência didática deve ser realizada antes da introdução do tema classificação dos seres vivos.

Primeira atividade - Descrição e classificação de botões

Essa atividade tem como objetivo, o desenvolvimento das habilidades de observação e identificação de diferenças e semelhanças entre objetos, para que o aluno perceba o princípio básico da taxonomia utilizada para classificar os seres vivos. As atividades propostas foram adaptadas do artigo de Franco Mariscal (2005), que apresenta um exemplo de trabalho prático utilizando botões com o objetivo de estudar erros conceituais cometidos pelos alunos ao descrever e classificar elementos.

As atividades devem ser realizadas em três aulas de 50 minutos.

Para facilitar o entendimento das atividades, primeiramente descreveremos como deve ser o andamento das aulas e posteriormente apresentaremos os protocolos.

1ª aula- descrição dos botões

Deve-se entregar um protocolo (apresentado ao final) para cada aluno e 10 botões diferentes (veja sugestão abaixo) para cada grupo. Solicite aos alunos que observem atentamente os botões e escrevam na tabela 1 do protocolo as características de cada um dos botões.



Figura I - Botões utilizados na atividade

Durante as instruções evite dar maiores informações de como descrever um botão, apenas frise que este deve ser descrito com o maior detalhamento possível. No entanto, durante a realização da atividade, procure se dirigir aos grupos fazendo perguntas que possam estimular a curiosidade e gerar discussões entre os alunos.

Também solicite que proponham alternativas para identificar novas características e listem quais materiais serão necessários. Estas sugestões devem ser realizadas na segunda aula. Ao final, recolha os protocolos.

Segunda aula - Realização das atividades sugeridas, conforme solicitado no protocolo e preenchimento da tabela 2 (descrição dos botões - Outras características)

Após recolher os protocolos aplicados na primeira aula faça um levantamento das sugestões propostas pelos alunos e separe os materiais necessários para a execução dos testes e das observações. Quando os alunos forem executar a atividade já devem encontrar o material solicitado pelo grupo. Quando o procedimento (material/teste) apontado pelo grupo oferecer algum risco, faça de forma demonstrativa.

Lembre-se que durante a atividade é necessário mediar às discussões dos grupos procurando estimular o surgimento de situações para que os alunos possam levantar hipóteses e testá-las.

Após a descrição dos botões, solicite a cada grupo que apresente para os demais colegas os critérios utilizados. Ao final, deve haver um momento para discussão com todos.

Terceira aula - Classificação dos botões

Ao chegarem ao laboratório, os estudantes devem receber o protocolo de descrição dos botões preenchido por eles na aula anterior e um novo protocolo para classificar os botões descritos anteriormente.

Após a execução da atividade, cada grupo deve apresentar o seu sistema de classificação para a turma. Neste momento o professor deve promover uma discussão para que os alunos estabeleçam relações entre o seu sistema de classificação de botões e o sistema usado pela Biologia para classificar os seres vivos.

Com a finalidade de verificar se houve realmente uma aprendizagem significativa, solicite aos alunos, que, após as discussões sobre a fragilidade e vulnerabilidade dos critérios utilizados em uma classificação, escrevam um pequeno texto orientado pelas seguintes instruções: “agora que você já compreendeu os objetivos da atividade realizada, descreva abaixo quais critérios você utilizaria para organizar os livros em uma biblioteca. Lembre-se de justificar sua escolha”.

Segunda atividade - Descrição e classificação de folhas

Com o intuito de conseguir novas evidências da ocorrência de aprendizagem significativa, elaboramos uma atividade similar a descrita anteriormente, que deve ser aplicada antes do estudo da taxonomia dos vegetais. Vale destacar que os alunos já devem ter estudado normas gerais para classificação dos seres vivos.

Primeira aula - Descrição das folhas

No dia anterior a realização da atividade, solicite a cada aluno que traga duas folhas de vegetais. Eles devem ser instruídos a identificar o local de coleta e o nome vulgar da planta em que retiraram a folha. Caso não saibam identificar o vegetal peça que descrevam como eram as características gerais da respectiva planta.

No dia da atividade eles devem se organizar em grupos e escolher oito folhas dentre as que levarem.

A descrição das folhas deve ser feita seguindo as instruções do protocolo (apresentado ao final).

Durante a realização da atividade, se dirija aos grupos fazendo colocações e perguntas com o intuito de auxiliá-los na descrição e gerar discussões. Ao final os protocolos devem ser recolhidos.

Segunda aula - Classificação das folhas

Cada aluno deve receber o protocolo de descrição das folhas realizado na aula anterior e um novo protocolo com as instruções para classificarem as mesmas.

Após a realização da atividade, o professor novamente deve promover uma discussão com todos e procurar fazer relações entre as classificações feitas pelos alunos e a utilização das folhas como atributos para classificar vegetais.

2.2 Segunda sequência didática: interação ser vivo e meio externo

Ainda hoje lidamos com um Ensino de Ciências fragmentado. Essa fragmentação é de difícil solução, pois o próprio currículo e o planejamento de cada disciplina facilitam esse tipo de abordagem, que resulta no ensino dos conteúdos em blocos separados. Na maioria das vezes nós, professores, não estabelecemos ligações entre os conteúdos abordados, o que dificulta a visão sistêmica do mundo. Assim, uma das dificuldades que os alunos encontram é entender as relações que há entre o meio externo e os seres vivos, a partir de uma perspectiva macro até a compreensão dos processos de troca a nível celular. Por exemplo: um aluno do 8º ano (antes 7ª série) descreve corretamente o percurso do alimento no tubo digestivo e pode até explicar o que ocorre em cada um dos órgãos, mas muito raramente ele estabelece relações com os outros sistemas.

Esta sequência didática foi idealizada para que o aluno identificasse as interações que ocorrem entre os seres vivos e o meio externo partindo de uma perspectiva macro até o nível celular. Sendo assim, a sequência didática que passamos a apresentar foi construída a partir de uma situação problema que pretendia contemplar, entre outros aspectos as relações entre os seres vivos e o meio externo.

Esta proposta deve ser desenvolvida e avaliada levando-se em consideração o conhecimento prévio dos estudantes como ponto de partida para a elaboração das atividades.

Primeira aula - Estudo das concepções

Essa aula deve se iniciar com a apresentação de uma situação problema: existe ou não uma interação dos seres vivos com o meio externo?

A partir da situação problema apresentada inicie uma discussão para que os estudantes possam expor suas ideias. Assim sendo, cada ideia ou resposta dos alunos devem ser retomadas e discutidas com a turma.

Segunda aula - Observação de células da mucosa bucal

Esta atividade tem como objetivo evidenciar, que a célula animal troca substâncias com o seu meio extracelular.

Terceira aula - Observação de células de *Elódea sp* e fatias de batatas colocadas em meios com diferentes concentrações

Esta atividade tem como objetivo evidenciar, que a célula vegetal troca substâncias com o seu meio extracelular.

Durante a execução das aulas experimentais procure atuar de forma questionadora, conduzindo as perguntas e criando espaços para que os alunos levantem suas próprias hipóteses, priorizando a participação dos estudantes na solução do problema.

3. PROTOCOLOS EXPERIMENTAIS

CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS

Primeiro protocolo - Descrição dos botões

Segundo protocolo - Classificação dos botões

Terceiro protocolo - Descrição das folhas

Quarto protocolo - Classificação das folhas

INTERAÇÃO SER VIVO E MEIO EXTERNO

Quinto protocolo - Observação de células da mucosa bucal

Sexto protocolo - Observação de células vegetais

PROTOCOLO I - DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE BOTÕES

Objetivos:

Compreender a importância e o significado da classificação, além da necessidade de padronização das características utilizadas.

Reconhecer a vulnerabilidade e a dificuldade dos sistemas de classificação.

Procedimento:

1. Preencha a tabela de descrição dos botões seguindo as instruções abaixo:

cada botão deve ser descrito seguindo sua identificação e a identificação da primeira coluna da tabela;

descreva cada botão com o maior detalhamento possível, indicando cada propriedade (característica) do mesmo em uma coluna;

utilize quantas colunas achar necessária para descrever de forma detalhada os botões.

2. Para descobrir outras características dos botões podemos realizar observações com aparelhos e eventualmente fazer alguns testes no laboratório. Sendo assim, descreva no espaço abaixo o que você sugeriu para descobrir novas características e quais materiais serão necessários.

| |
|--|
| |
|--|

PROTOCOLO II - DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE BOTÕES

Imagine que você é funcionário de uma loja de aviamentos e que seu trabalho é separar uma série de botões utilizando características similares para classificá-los em recipientes distintos. Sendo assim, observe novamente os 10 botões e forme um grupo que contenha o maior número de botões possíveis sendo que todos devem possuir uma característica em comum. Indique na tabela correspondente qual é esta característica e que botões se incluem neste grupo.

Forme agora outro grupo de botões com duas características comuns. Indique quais são as características e quais botões se incluem no grupo.

Crie novamente mais um grupo de botões, sendo este formado por três características comuns. Indique quais são as características e quais botões se incluem no grupo.

Continue a classificação acrescentando sempre uma nova característica até conseguir usar o máximo de características possíveis.

Classificação dos botões

| | Características | Botões | Total de Botões |
|----|------------------------|---------------|------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

PROTOCOLO III - DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE FOLHAS

Objetivos:

Compreender a importância e o significado da classificação, além da necessidade de padronização das características utilizadas.

Reconhecer a vulnerabilidade e a dificuldade dos sistemas de classificação.

Perceber que as folhas são atributos utilizados para a classificação dos vegetais.

Procedimento:

Cada aluno deverá trazer duas folhas diferentes com a descrição do local de coleta e se possível identificar a planta da qual retirou a folha.

Cada grupo deverá escolher oito folhas para descrever.

As folhas devem ser identificadas de A a H.

Obs: Ao final das descrições cada grupo deverá guardar suas folhas em sacos plásticos identificados.

Preencha a tabela de descrição das folhas seguindo as instruções abaixo:

cada folha deve ser descrita seguindo sua identificação e a identificação da primeira coluna da tabela,

descreva cada folha com o maior detalhamento possível, indicando cada propriedade (característica) da mesma em uma coluna,

utilize quantas colunas achar necessária para descrever de forma detalhada as folhas.

Se precisar de algum aparelho ou material para realização de testes ou observações favor solicitar a professora.

PROTOCOLO IV - CLASSIFICAÇÃO DE FOLHAS

Observe as 08 folhas descritas na aula anterior e forme um grupo que contenha o maior número de folhas possíveis sendo que todos devem possuir uma característica em comum. Indique qual é esta característica e que folhas se incluem neste grupo.

Forme agora outro grupo de folhas com duas características comuns. Indique quais são as características e quais folhas se incluem no grupo.

Continue a classificação acrescentando sempre uma nova característica até conseguir usar o máximo de características possíveis.

Classificação das folhas

| | Características | Folhas | Total de Folhas |
|----|------------------------|---------------|------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

PROTOCOLO V - OBSERVAÇÃO DE CÉLULAS DA MUCOSA BUCAL
AS CÉLULAS TROCAM SUBSTÂNCIAS COM O SEU MEIO EXTERNO?

Objetivo: Reconhecer que a célula animal troca substâncias com o seu meio extracelular.

Material: Lâmina, lamínula, violeta genciana, 1 espátula de madeira, microscópio óptico (MCO), microscópio óptico acoplado ao monitor de vídeo.

Procedimento:

Com a espátula, raspe a mucosa bucal.

Espalhe, suavemente, o material colhido com a espátula sobre a lâmina, formando uma camada bem fina (esfregaço).

Obs.: Não aperte a espátula sobre a lâmina e faça o movimento em um só sentido, uma única vez.

Leve a lâmina ao microscópio e observe em aumento de 40X e 100X.

Descreva o que foi observado. (coloração, estruturas).

Retire a lâmina do microscópio, leve à cuba de coloração, onde deverá permanecer por 1 min.

Lave em água corrente. Deixe a água escorrer sobre o dorso de sua mão e cair suavemente na lâmina para que o material não se solte

Seque a lâmina com papel toalha e observe-a em aumento de 40X e 100X .

Questão para discussão antes da visualização da lâmina corada

Você espera observar alguma alteração? Qual(is)?

Questões para discussão após a visualização da lâmina corada

Se você observou alguma alteração responda as questões a seguir.

Como você explica a alteração observada?

Descreva a(s) alteração(ões) observada(s) em comparação com a lâmina antes da coloração. (tamanho, coloração, estruturas).

PROTOCOLO VI - INFLUÊNCIA DO MEIO EM NÍVEL CELULAR EM CÉLULAS VEGETAIS

Objetivo: Reconhecer que a célula vegetal troca substâncias com o seu meio extracelular.

Material: Lâmina, lamínula, batata, sal, água destilada, *Elodea sp*, microscópio óptico acoplado ao monitor de vídeo.

Procedimento:

Parte 1

Corte duas fatias de batata aproximadamente iguais. Estas fatias devem ser colocadas nas placas de Petri I e II nas quais existem soluções de diferentes concentrações. Placa I (água destilada) e placa II (água salgada).

Aguarde (enquanto aguarda faça o próximo procedimento).

Parte 2

Retire duas folhas de *Elodea sp* do aquário. Coloque uma sobre a lâmina e a outra na placa de petri com água destilada.

Coloque a lamínula sobre a lâmina e observe em aumento de 40, 100 e 400X no microscópio.

Descreva as células observadas. (estruturas, localização das estruturas).

Retire uma folha de *Elodea sp* do recipiente com água destilada e coloque sobre a lâmina.

Questão para discussão antes da visualização da lâmina de Elodea sp em água destilada.

Você espera observar alguma alteração? Qual(is)?

Questões para discussão após a visualização da lâmina de Elodea sp em água destilada.

Se você observou alguma alteração responda as questões a seguir.

Como você explica a alteração observada?

Descreva as alterações observadas entre as duas lâminas. (estruturas, localização das estruturas, tamanho em relação à lâmina anterior).

Continuação procedimento 1

Retire as fatias de batata com a mão e observe as alterações. Coloque-as novamente nas respectivas placas.

Descreva as diferenças observadas entre as duas fatias de batatas.

Batata da placa I:

Batata da placa II:

Justifique as alterações ocorridas nas batatas considerando as trocas existente entre as células e o meio.

Batata da placa I:

Batata da placa II:

4. REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; e HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Tradução de Eva Nick et al. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980. Tradução de Educational psychology, New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.

AXT, R. O papel da experimentação no ensino de Ciências. In: MOREIRA & AXT. *Tópicos em ensino de Ciências*. Porto Alegre: Sagra: 1991.

FRANCO MARISCAL, A. Como muestra um botón: um ejemplo de trabajo práctico em el área de ciências de la natureza em el segundo curso de educación secundaria obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 25, n.2, p. 275-292, 2005.

HERRON, M. The nature of scientific inquiry. *School Review*, v. 79, nº 2, 171-212, 1971.

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

JIMÉNEZ VALVERDE, G., LLOBERA JIMÉNEZ, R y LLITJÓS VIZA, A. La atención a la diversidade em lãs prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura. *Enseñanza de las Ciências*, v. 24, n.1, p. 59-70, 2006.