



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação  
Instituto de Física  
Instituto de Química  
Instituto de Ciências Biológicas

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**“DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES PRÁTICAS EXPERIMENTAIS NO**  
**ENSINO DE BIOLOGIA – UM ESTUDO DE CASO”**

**JÚLIO DE FÁTIMO RODRIGUES DE MELO**

**BRASÍLIA-DF**

**Fevereiro de 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**

**“DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES PRÁTICAS EXPERIMENTAIS NO  
ENSINO DE BIOLOGIA – UM ESTUDO DE CASO”**

**JÚLIO DE FÁTIMO RODRIGUES DE MELO**

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Marcelo Ximenes Aguiar Bizerril 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**

**Fevereiro de 2010**

**AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES  
TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,  
PARA  
FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.**

### **FICHA CATALOGRÁFICA**

Melo, Júlio de Fátimo Rodrigues

Desenvolvimento de atividades práticas experimentais no ensino de biologia – um estudo de caso e uma proposta de material didático de apoio ao professor, Brasília 2010.

75 p.

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências da Universidade de Brasília/UnB. Área de concentração: Ensino de Biologia.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

JÚLIO DE FÁTIMO RODRIGUES DE MELO

**“Desenvolvimento De Atividades Práticas Experimentais No Ensino De Biologia – Um Estudo De Caso”**

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

Aprovada em:

### BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Marcelo Ximenes A. Bizerril  
(Presidente)

---

Profa. Dra. Maria Luiza A. Gastal  
(Membro interno - PPGEC/UnB)

---

Prof. Dr. Delano Moody Simões da Silva  
(Membro externo – Faculdade UnB Planaltina/UnB)

---

Prof. Dr. Ricardo Gauche  
(Suplente – Instituto de Química/UnB)

## **DEDICATÓRIA:**

Partilho esse Trabalho de Pesquisa, que me fez sentir a necessidade de melhorar cada vez mais o aprendizado pessoal e profissional, com:

- O Senhor Jesus, Mestre dos Mestres, por me possibilitar a cada dia, inúmeros aprendizados, em especial o de reconhecê-lo como Senhor de minha vida.
- Meus primeiros mestres, meu pai “IN MEMÓRIAN” João Rodrigues da Silva e minha mãe Maria Tereza de Melo Silva que me ensinaram e incentivaram a ser íntegro.
- Os Queridos Mestres de Convívios Iniciais, meus irmãos: João Divino, Itamar, Julice, Luiz e Márcia pelo amor e pela amizade que sempre existirá entre nós.
- Minha Amada Esposa Denise, uma Mestre que tem me ensinado a olhar a vida com mais justiça e ética;
- Os futuros mestrados Bruno e Matheus, meus filhos.
- O estimado Mestre e Orientador, Prof. Dr. Marcelo Ximenes Aguiar Bizerril por me orientar nesse trabalho;

## **AGRADECIMENTOS:**

Agradeço a Deus em primeiro lugar, que me possibilitou alcançar mais uma etapa em minha formação acadêmica,

A minha esposa Denise pela compreensão e apoio nos momentos de ausência.

Aos meus filhos Bruno e Matheus pelo entusiasmo demonstrado durante esse curso.

Aos colegas de trabalho e estudantes que participaram e se empenharam para que pudéssemos juntos concluir esta pesquisa.

Ao meu orientador prof. Dr. Marcelo Ximenes Aguiar Bizerril pelo seu respeito e brilhante profissionalismo.

## **RESUMO**

A presente dissertação consiste em um estudo de caso sobre a utilização de aulas práticas de laboratório no ensino de Biologia em turmas de Ensino Médio de uma escola do Distrito Federal. Foi investigado como aconteciam as aulas no laboratório e foi proposta uma nova estratégia a partir de uma abordagem construtivista. A aceitação dessa nova estratégia foi avaliada por meio de entrevistas com os professores e estudantes que participaram do processo e vivenciaram também a estratégia original, além da sondagem dos conteúdos assimilados pelos estudantes por meio de um questionário. O resultado dessas avaliações mostrou que, com a nova estratégia, as aulas passaram a ser mais motivadoras, pois os alunos interagiam mais entre si e com o professor, participando do processo de elaboração dos experimentos. Além disso, com a nova proposta ficou mais fácil para o professor de laboratório desenvolver as aulas experimentais, os alunos se mostraram mais interessados, a aula tornou-se mais dinâmica e ocorreu maior participação dos estudantes nas discussões durante a realização do relatório. Os estudantes foram estimulados a pensarem nas etapas da pesquisa para confecção do relatório das aulas experimentais, o que possibilitou uma mudança significativa, pois outrora, com o material original, a elaboração dos relatórios não acontecia em grupo, parte deles eram cópias da internet ou resultado do desenvolvimento de um único aluno. Percebemos também que a experimentação pode ser utilizada como elemento facilitador da aprendizagem, pois ficou evidente nesta pesquisa, a partir da entrevista com os professores e estudantes, que os estudantes assimilam melhor os conteúdos quando existe interação entre a teoria e a prática.

Palavras-chave: Aulas de laboratório; Construtivismo; Ensino de Biologia; Ensino Médio; Atividades experimentais.

## **ABSTRACT:**

This dissertation consists in a case of studying the use of experimental laboratory sessions in the teaching of biology classes in high schools a school of the Federal District. It was investigated how these lessons took place in the laboratory and proposed new strategy from a constructivist approach. The acceptance of this new strategy was evaluated through interviews with teachers and students who participated in the process and also experienced the original strategy, in addition to probing the contents treated by the students through a questionnaire. The result of these evaluations showed that with the new strategy the classes have become more motivating as students interacted more with each other and with the teacher as well, taking part of the process of experiments development. In addition, the new proposal is easier for the teacher to develop the laboratory experimental classes, students were more interested, the class became more dynamic and there were more students participating in discussions during the report achievement. The students were encouraged to think through the report stages for its experimental classes elaboration, which made a significant change because before, with the original material, the reporting did not work in groups, some of it were internet copies or only one student's development result. We also notice that experimentation can be used as a facilitator for learning, because it was evident in this study, based on interviews with teachers and students, that the learners assimilate the content better when there is an interaction between theory and practice.

**Keyword:** Lab classes, constructivism, Biology teaching, highschool; experimental tasks.



## **SUMÁRIO:**

1. – INTRODUÇÃO .....	11
1.1 – Trajetória profissional e justificativa do tema de estudo .....	11
1.2 – Perfil das escolas pesquisadas .....	12
1.3 – Pressupostos epistemológicos sobre a natureza da ciência .....	14
1.4 – Reflexões sobre o uso da experimentação no ensino de ciências e biologia .....	16
1.5 – Experimentação na ótica construtivista .....	22
2. – <b>OBJETIVOS</b> .....	26
3. – <b>METODOLOGIA</b> .....	27
4. – <b>RESULTADOS</b> .....	29
4.1 – Percepção dos professores sobre a estratégia original .....	29
4.2 – Percepção dos estudantes sobre as aulas práticas originais .....	30
4.3 – Resultado da avaliação do aprendizado dos conceitos científicos tratados nas aulas experimentais originais .....	31
4.4 – Características da nova metodologia e do novo manual .....	33

4.5 – Percepção do(a) professor(a) sobre a utilização do novo manual .....	37
4.6 – Percepção dos estudantes sobre a utilização do novo manual nas aulas práticas	38
5. – <b>DISCUSSÃO</b> .....	41
6. – <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	48
7. – <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	51
8. – <b>APÊNDICE 01:</b> Questionário de avaliação de aprendizagem após a realização dos experimentos do ano de 2008 .....	55
9. – <b>APÊNDICE 02:</b> Roteiros de entrevistas com alunos e professores .....	59
10. <b>APÊNDICE 03:</b> Produto educacional .....	61

## **1.0 INTRODUÇÃO**

### **1.1. TRAJETÓRIA PROFISSIONAL E JUSTIFICATIVA DO TEMA DE ESTUDO**

Sou professor de Biologia e Ciências desde 1988, formado em Ciências Físicas e Biológicas pela Universidade de Brasília em 2002. Desde 1994 estou trabalhando diretamente com turmas de todos as séries do Ensino Médio. No final de 2007 ingressei no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, da Universidade de Brasília, na tentativa de aprofundar meus conhecimentos sobre ensino de Ciências, e melhorar a minha prática docente, pois, apesar de tentar melhorar as aulas de Biologia na escola em que trabalho, a realidade do dia a dia mostrava que esse esforço não era suficiente para construir uma aula motivadora e também transformar o aluno no sujeito de sua aprendizagem. Isso vem ao encontro do que afirma Bizzo (2007), que a formação docente deve ser um processo constante de desenvolvimento profissional. Especificamente tinha o interesse de buscar ajuda para uma situação vivenciada em sala de aula, que é o distanciamento entre as aulas teóricas e práticas e a falta de motivação dos meus alunos nas aulas de laboratório.

Meu foco de estudo está relacionado com a busca e o desenvolvimento de procedimentos de laboratório voltados para investigação e discussão de conceitos científicos, pois percebo, nestes anos de magistério, que, apesar da importância das aulas práticas, estas não são amplamente utilizadas, talvez devido à falta de tempo para preparação do material, insegurança dos professores para controlar a classe, disponibilidade de materiais, estrutura e conhecimento para organizar experiências, e outros aspectos também citados por Silva e Zanon (2000).

As aulas práticas ou experimentais na escola na qual leciono aconteciam esporadicamente e sem um roteiro ou protocolo de experimento, contando apenas com uma explicação verbal do professor. A partir disso, passamos a organizar e equipar o laboratório com a finalidade de levar os alunos, metodicamente, para as aulas experimentais, tornando-se

necessária a elaboração de um material para guiar e orientar alunos e professores no desenvolvimento dessas atividades. Desenvolvemos, em 2006, um conjunto de manuais para subsidiar as aulas práticas de Biologia, intitulados “Roteiros para aulas práticas de laboratório”. O material da 1ª série do Ensino Médio era constituído de 17 experimentos. Esses experimentos foram selecionados seguindo a matriz de conhecimentos significativos do programa de avaliação seriado da UnB, subprograma 2006 (PAS). Cada experimento foi estruturado da seguinte forma: Introdução, que continha uma explicação geral sobre o tema a ser abordado, objetivos que se pretendia alcançar ao final do experimento, materiais e métodos, procedimento e discussão. Nos procedimentos eram descritos os passos os quais os alunos deviam seguir para chegarem ao resultado final. Em algumas aulas experimentais existiam, perguntas a serem respondidas ao final da prática.

A intenção do presente estudo foi avaliar a prática pedagógica aplicada em minha escola, pesquisar sobre a utilização de aulas experimentais no ensino de Ciências e Biologia, e propor maneiras de relacionar a experimentação no Ensino Médio com a reflexão sobre as etapas da investigação científica e, assim, aprimorar o material que estávamos utilizando

## **1.2. PERFIL DAS ESCOLAS PESQUISADAS**

A pesquisa foi realizada com os alunos do 1º ano do Ensino Médio, tendo em vista que no ano de 2007 houve mudanças na matriz de conhecimento do PAS, logo no manual original existiam muitos experimentos que já não estavam relacionados aos conteúdos abordados no 1º ano na matriz de 2007. Nas dependências de duas escolas da rede particular de ensino de duas regiões administrativas de Brasília (denominadas aqui, **Unidade 01 e Unidade 02**). As **Unidades 01 e 02** contavam com seis turmas de 1ª série do Ensino Médio, sete turmas de 2ª série e cinco turmas de 3ª série. Essas unidades funcionavam nos períodos matutino e

vespertino. A clientela de tais estabelecimentos é formada por indivíduos de classe média baixa, em sua maioria filhos de funcionários públicos.

Essas escolas apresentam espaços como laboratórios de Ciências, Biologia, Química e Física, que a princípio, eram usados esporadicamente para a realização das propostas de atividades práticas. A filosofia de trabalho expressa no Projeto Político da equipe de Ciências e Biologia objetiva preparar os alunos a discutir questões atuais de grande importância para a humanidade e ambiente, tais como a clonagem de organismos, alimentos transgênicos e desenvolvimento sustentável.

No caso particular do Ensino Médio, existe uma preocupação com o Programa de Avaliação Seriada da UnB – o PAS – e os tópicos propostos pelo *guia do candidato* (CESPE/UnB) são explorados durante todo o ano.

O outro objetivo é a educação social, pois, segundo Kant (1996), o homem não chega a ser homem a não ser através da educação. Nessa filosofia, a educação completa se dá quando há preocupação com a formação cidadã, confirmando a natureza social do processo de formação humana, ou de hominização, como diria Paulo Freire (1981), e, para isso, são trabalhadas questões éticas, sociais e atuais associadas aos conteúdos específicos de cada disciplina. Esse objetivo especial deverá ser alcançado através de debates, aulas expositivas, experimentais e projetos interdisciplinares direcionados à realidade do alunado e também ao mundo globalizado. O desenvolvimento integral do ser humano, procurando a formação do espírito crítico, bem como a aprovação no vestibular da Universidade de Brasília, também são metas que se pretende alcançar nessas Unidades de Ensino.

Os professores são, então, orientados a formar cidadãos capazes de analisar, compreender e intervir na realidade, visando o bem-estar do ser humano, no plano pessoal e no coletivo, como também desenvolver a criatividade, perceber os processos científicos, ter

responsabilidade social, procurar o equilíbrio e a construção do conhecimento entre os componentes intelectuais, éticos, afetivos e físicos da personalidade.

Nessas duas instituições de ensino, existe um corpo docente formado por um total de 71 professores, sendo cinco deles de Biologia e Ciências. A maioria possuindo nível superior. Existe também, para cada disciplina, um profissional designado consultor pedagógico, que tem por função orientar os professores em cada área específica. Em cada escola, o número total de alunos era de aproximadamente 800.

Nessas escolas, havia também funcionários com função de apoio técnico para professores, além de inspetores de corredor. Para auxiliar os pais, o aluno e o professor, existe um *site* na Internet, mantido pela escola e atualizado diariamente.

### **1.3 PRESSUPOSTOS EPISTEMOLÓGICOS SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA.**

O ensino de Ciências deve não só proporcionar ao aluno um arcabouço teórico de processos físicos, químicos e biológicos, mas também uma visão crítica da natureza das ciências e da construção do conhecimento científico, visto que a investigação científica possibilita as construções humanas ao longo dos tempos, conforme está especificado nas habilidades e competências que deverão ser desenvolvidas nos alunos de acordo com os PCN. Deve-se levar em conta, no entanto, que essas construções são temporárias, até que novas descobertas sejam levantadas.

O ensino de Ciências, entre outras coisas, deve contribuir para criar no aluno competências e habilidades que permitam ao educando compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade” (BRASIL, 1999, p.107).

Segundo Bizzo (2007) é de suma importância entender o conhecimento científico e sua importância para a formação dos alunos, pois ele contribui efetivamente para a ampliação da capacidade de compreensão e atuação do estudante no mundo que vivemos. Ensinar ciências no mundo atual deve ser uma das prioridades de todas as escolas. Ainda segundo Bizzo (2007 p. 14), “*deve-se reconhecer também que a Ciência é diferente da disciplina escolar Ciências*”. Para esse autor a ciência realizada em laboratório de investigação científica requer um conjunto de procedimentos e atitudes diferentes das que acontecem em sala de aula. Tal diferenciação ocorre devido ao fato de que no laboratório de investigação espera-se encontrar resultados inéditos, que expliquem fenômenos. Em sala de aula o objetivo é alcançar resultados já esperados, que servirão para a compreensão e/ou conhecimento de determinado conceito ou conteúdo.

A ciência que é difundida muitas vezes apresenta-se estereotipada e vinculada a métodos empíricos, possibilitando interpretações incoerentes conforme cita Praia e colaboradores:

Na realidade, o que ainda transparece nos currículos de ciências são concepções incoerentes e desajustadas, nomeadamente, de natureza empirista e indutivista que se afastam claramente das que a literatura contemporânea considera fundamentais a propósito da produção científica e do que significa hoje a idéia de ciência (PRAIA ET AL., 2002, p.129).

A natureza da ciência leva à conclusão de que as verdades são sempre transitórias. Assim, os conhecimentos produzidos pela ciência não são verdades eternas, absolutas. , Além disso, a ideia de que todo conhecimento científico é aquele que pode ser comprovado é uma concepção simplista que, segundo Chalmers (2009), foi estimulada por grandes experimentadores como Galileu que usaram a experimentação como fonte de conhecimento. A experimentação é de grande importância para a Ciência, mas deve-se tomar cuidado com suas interpretações, para que não se caia no erro da interpretação ingênua e positivista da

ciência, de que tudo pode ser explicado pela experimentação e que há apenas um método para se fazer ciência.. Para Chalmers (2009), o princípio que fica evidente é que não se pode produzir ciência simplesmente pela indução, apelando-se para o senso comum. Faz-se necessário que os alunos compreendam a relação entre a experimentação e a indução, pois a indução pode funcionar para um grande número de proposições, mas pela natureza epistemológica da ciência deve-se tomar cuidado com as generalizações. O professor de Ciências deve ter em mente que o conhecimento científico é um conhecimento temporariamente verdadeiro, portanto, para que se possa pensar em um currículo de ensino, é essencial compreender a ciência com um corpo de conhecimento historicamente em construção. Os alunos devem ser levados a refletir que a ciência é uma tentativa humana de descrever uma realidade, sendo, portanto, um conhecimento provisório, passível de sofrer modificações, pois está sujeita as virtudes e defeitos que envolvem os seres humanos em qualquer atividade que exerça. Se apropriar dessa informação conduz certamente à aprendizagem científica e tecnológica. Para Chalmers (2009), as observações e os experimentos são realizações importantes no sentido de testar ou lançar luz sobre alguma teoria. Entretanto, as teorias que constituem nosso conhecimento são falíveis e incompletas, e as orientações que elas oferecem sob alguns fenômenos investigados podem ser enganosas.

#### **1.4. REFLEXÕES SOBRE O USO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA.**

Uma parcela significativa das informações nas disciplinas de Ciências e Biologia podem ser obtidas por meio da observação direta e investigação dos fenômenos ou por meio de observação de figuras, modelos, dentre outros. Ouvir falar sobre um organismo ou um fenômeno é, em geral, muito menos interessante e eficiente do que ver diretamente a realidade, o que justifica a utilização de aulas experimentais. No entanto, o professor de



Ciências deve ter em mente que experimentos em laboratórios podem ser muito relevantes, mas teorias são falíveis e um experimento considerado mal sucedido pode também ser útil para produzir ciências. Além disso, deve-se considerar que a avaliação da teoria está vinculada ao seu contexto histórico. Tratar o ensino sob essa perspectiva, além de propiciar ao estudante uma compreensão mais crítica e abrangente do trabalho científico, também pode instigar o senso crítico, despertar o interesse pelas aulas e pela compreensão de conceitos científicos. Dois conceitos bastante difundidos entre os atuais educadores de Ciências são: a valorização do uso de uma abordagem prática para o ensino de Ciências e Biologia e a busca de uma prática de observação fora da sala de aula, considerada um ambiente e um universo absolutamente distanciado do mundo físico real do aluno, pois o processo de ensino é essencialmente uma atividade investigativa (Severino, 2008).

A abordagem prática poderia ser considerada não só como ferramenta do ensino de Ciências na problematização dos conteúdos, mas poderia, também, ser utilizada como um meio de socialização e trabalho de equipe, enfatizando a necessidade de mudança de atitude para com a natureza e seus recursos, pois, além de sua relevância disciplinar, possui profunda significância no âmbito social. Apesar da importância das aulas práticas, as mesmas não são amplamente utilizadas, devido à falta de tempo para preparação do material, insegurança dos professores para controlar a classe, disponibilidade de materiais, estrutura e conhecimento para organizar experiências, de acordo com Silva e Zanon (2000). Ainda que as aulas práticas não possam ser apontadas como única solução para a tão esperada melhoria no ensino de Ciências, constituem-se numa ferramenta importante nesse processo.

Na minha visão, um dos grandes entraves do ensino de Biologia tem sido a falta de integração entre abordagens teóricas e experimentais dos conteúdos do ensino. Não se trata de uma prática que venha simplesmente demonstrar passos a serem seguidos metodicamente e com uma resposta já programada, pois observando o raciocínio teórico preconizado nos

PCN+ objetivamos desenvolver uma prática pedagógica associada às visitas semanais no espaço da escola destinado às aulas experimentais, mas com uma abordagem mais reflexiva e participativa, onde passamos a discutir com os alunos as formas mais viáveis de se realizar experimentos para explicar determinados fenômenos. Percebemos, a partir dessa experiência, que esse tipo de abordagem está de acordo com as orientações curriculares para o Ensino Médio encontradas nos PCNs.

[...] A experimentação faz parte da vida, na escola ou no cotidiano de todos nós. Assim, a idéia de experimentação como atividade exclusiva das aulas de laboratório, onde os alunos recebem uma receita a ser seguida nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos, não condiz com o ensino atual. As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados, e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. Os caminhos podem ser diversos, e a liberdade para descobri-los é uma forte aliada na construção do conhecimento individual. As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes (Brasil, 2002, p.55).

É importante ressaltar que a adoção de métodos experimentais, investigativos e práticos, que possibilitem as descobertas e explicações dos fenômenos, e também a compreensão de suas causas e das leis que os regem, ou ainda, a possibilidade de vivenciá-los, está associado ao processo de construção das Ciências.

Moreira (1982) referencia algumas ideias importantes e discutidas, também, por Ausubel, acerca dos processos trilhados e desenvolvidos por um professor e sua turma, quando o objetivo é alcançar uma aprendizagem significativa, face ao conteúdo que se deseja trabalhar:

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcione, dessa forma, como ponto de ancoragem para as novas ideias e conceitos (Moreira, 1982).

Portanto, faz-se necessário procurar uma maneira mais clara e compreensível de trabalhar os conteúdos didáticos em Biologia, sem que esses se tornem “indigestos” para os alunos, partindo da perspectiva de trabalhar com atividades diferenciadas e investigativas é possível, de acordo com diversos autores, para melhorar a aprendizagem.

Apesar da importância das aulas experimentais, existe outro viés que não se pode deixar de considerar, como afirmam SCHNETZLER & ARAGÃO (citado por Silva & Zanon, 2000): ter aulas experimentais não assegura, por si só, a promoção de aprendizagens significativas e nem assegura o estabelecimento de relações entre teoria e prática. No entanto, Amaral (1997) reflete sobre os mais variados momentos que essa prática possibilita e quais aprendizagens realmente possibilitam aos docentes, citando os modelos clássicos de ensino de Ciências e Biologia e suas formas de uso da experimentação:

No ensino tradicional o papel da experimentação é de complementação ou verificação da teoria. O conhecimento científico representa o ponto de partida e o ponto de chegada do processo de ensino. É apresentada de forma pronta e acabada, historicamente descontextualizada, a prática representa um mero desdobramento da teoria, não há relações entre o conhecimento científico e outras formas de conhecimento, as concepções prévias dos alunos não têm importância e deverão ser arbitrariamente substituídas pelo mesmo. Neste cenário, admite-se que o aluno aprenda por imitação, memorização ou repetição (AMARAL, 1997, p.10-15, dez.).

Em meio a esta discussão, Almeida *et al.* (2000) elaboraram e testaram diversos experimentos sobre temas relacionados à Biologia. Os testes indicaram que após a aplicação das práticas, os alunos da primeira série do Ensino Médio de uma escola da rede pública conseguiram assimilar de forma mais consistente e significativa os conhecimentos teóricos abordados, além de ter acrescentado significativamente os conceitos aprendidos em sala. Ressaltaram, ainda, a importância das mudanças nos Parâmetros Curriculares dos níveis fundamental e médio, pois estas impulsionaram a busca por aulas com métodos e técnicas mais práticas, que contribuiriam positivamente no processo ensino-aprendizagem.

Estes autores verificaram que a aceitação dos alunos por aulas experimentais é cada vez maior e, segundo relatos dos próprios alunos, as aulas tornaram-se mais interessantes e mais fáceis de serem compreendidas. Silva & Zanon (2000, p.182) citam também que:

“Como sabemos, não são raras as aulas práticas que se restringem a procedimentos experimentais, ficando como tarefa a elaboração de um relatório que, em geral, prioriza procedimentos, materiais usados e observações, em detrimento de explicações e significações no nível teórico-conceitual. Tais explicações/teorizações (que se referem ao uso de determinadas linguagens e modelos teóricos próprios às ciências) são impossíveis de serem desenvolvidas pelos alunos de forma direta e requerem, insistimos em dizer isso, a ajuda pedagógica especial do professor.”

Em face dessa problemática devemos também repensar a forma como os relatórios das aulas experimentais devem ser propostos. Os esforços dos estudantes não devem ser canalizados unicamente para apresentar o resultado esperado pelo professor, mas para desvendar os significados que estão presentes no conhecimento teórico envolvido. Bizzo (2007) relembra da existência da crença de que o cientista já tem resposta para todas as perguntas que possam surgir em torno de uma experimentação, mas isso não está correto, pois determinadas alterações no projeto experimental podem não ter sido ainda contempladas pelas explicações da ciências. Planos fechados raramente se adaptam às necessidades do ensino de ciências, ou seja, um roteiro pronto fechado dificilmente irá contemplar todas as variações que poderão surgir num processo de experimentação, uma vez que a ciência é dinâmica e nem sempre o que se pensou para determinado experimento ocorre como planejado.

Uma ação construtiva para essas aulas experimentais deve evitar o uso de receitas prontas, e sim utilizar um conjunto articulado de princípios que tornam possível tomar decisões fundamentais sobre esse tipo de abordagem. Barberá e Valdés destacam quatro motivos que podem justificar esse uso construtivista nas aulas experimentais:

Proporcionam experiência direta com os fenômenos, fazendo com que os estudantes aumentem seu conhecimento tácito e sua confiança em relação aos eventos naturais.

Permitem contrastar a abstração científica já estabelecida com a realidade que esta pretende descrever – habitualmente muito mais rica e complexa – enfatizando-se assim a condição problemática do processo de construção de conhecimentos e fazendo com que afluam alguns dos obstáculos epistemológicos que foi necessário superar na história da ciência e que, uma vez substituídos, freqüentemente são omitidos na exposição escolar do conhecimento científico atual.

Produzem a familiarização dos estudantes com importantes elementos de caráter tecnológico, desenvolvendo sua competência técnica.

Desenvolve o raciocínio prático no sentido de um comportamento inerentemente social e interpretativo próprio da condição humana e necessário para a práxis, um tipo de atividade na qual o desenvolvimento progressivo do entendimento dos objetivos que se persegue emerge durante o exercício da própria atividade. (BARBERÁ, O, VALDÉS, p.365-379. 1996).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais apresentam pelo menos três formas de realização de experimentos. Na primeira, o professor, fazendo uso de um protocolo, demonstra um fenômeno diante dos alunos, que o acompanham. Na segunda, os próprios alunos realizam o experimento, a partir de um protocolo. Na terceira, pede-se aos alunos que construam o experimento. Em cada uma das formas sugeridas, há a participação dos alunos. Diferentemente da segunda e da terceira, na primeira forma a participação sugerida se dá através de previsões sobre o resultado do experimento. Acreditamos que a terceira proposta deve ser mais explorada no Ensino Médio, pois os alunos já apresentam maturidade para ir atrás das fundamentações teóricas e da literatura que os subsidiarão na busca desta estratégia. Se essa dinâmica for canalizada de modo a proporcionar uma prática conjunta ou social, facilitaria o afloramento também dos conhecimentos prévios dos alunos em contraste com o conhecimento científico e com os resultados experimentais, e seria uma extensão dos fenômenos na forma como se apresentam no ambiente. Sobre essa importância da natureza social da prática educativa, escreveu SOLÉ & COLL (2006) que “a educação escolar é um processo social que se corporifica e se desenvolve em uma instituição também social”. Pelo que foi aqui, explanado fica clara a importância da experimentação no ensino de Ciências e

biologia, pois atividades práticas permitem uma maior interação entre professor e aluno e uma melhor compreensão do processo das ciências, porém as aulas experimentais não devem ser desvinculadas das aulas teóricas, das discussões em grupo e de outras formas de aprender. O que foi exposto na sala de aula e o que foi obtido ou não no laboratório deve se complementar, pois as aulas experimentais desvinculadas da fundamentação teórica não passam de atividades sem fundamento didático consistente. Também uma teoria sem embasamento experimental não permitirá uma concepção significativa dos caminhos da ciência e do método científico.

Para HODSON (1994), existem três aspectos essenciais que devem ser considerados no ensino de ciências:

- Aprendizagem de ciências para adquirir e desenvolver conhecimentos teóricos e conceituais.
- Aprendizagem para entender a natureza das ciências para desenvolver o entendimento dele e dos métodos das ciências.
- Prática das ciências para desenvolver os conhecimentos técnicos sobre a investigação científica e a resolução de problemas.

Na visão de Hodson, não se pode aprender ciências por meio de atividades experimentais do tipo receitas ou por um roteiro que apresenta uma sequência ordenada de atividades que possam ser aplicadas em qualquer situação. Isto ocorre porque em uma investigação, diversos fatores podem estar envolvidos, provocando os mais variados tipos de viés. Praticar ciências na realidade é uma atividade reflexiva, portanto as atividades práticas desenvolvidas como investigação podem aproximar o ensino de ciências do trabalho científico.

### **1.5. EXPERIMENTAÇÃO NA ÓTICA CONSTRUTIVISTA**

Na ótica construtivista, as atividades experimentais são organizadas levando-se em consideração o conhecimento prévio dos alunos. Nessa concepção os experimentos são desenvolvidos na perspectiva de problemas ou teste de hipóteses. Dentro dessa perspectiva, o aluno deve ser considerado não mais como um mero receptor de conhecimento, pois deve-se

considerar também a forma como ele armazena e organiza em sua mente esses conhecimentos. Isso vai ao encontro da afirmação de Moreira (2006), de que o aluno nessa filosofia passa a ser agente de uma construção que é sua própria estrutura cognitiva, e que essa construção não é arbitrária. Não se trata, portanto, de uma aprendizagem por descoberta através de uma mera manipulação de procedimentos ou materiais.

Adotar uma postura construtivista nas aulas experimentais significa considerar que nenhum conhecimento é assimilado a partir do nada e deve ser construído ou reconstruído pela estrutura de conceitos já existentes. Desse modo, as discussões e o diálogo assumem um papel importante, uma vez que nessa perspectiva a aprendizagem é um processo social. Diante disso, a escola deve possibilitar aos alunos, por meio da experimentação, acesso à cultura que é fundamental para o desenvolvimento pessoal, cognitivo e motor SOLÉ & COLL (2006). Essa aprendizagem contribui necessariamente para o desenvolvimento, à medida que adota a postura de que aprender é diferente de copiar ou reproduzir uma realidade. Para a concepção construtivista, aprendemos quando somos capazes de elaborar uma representação pessoal sobre um objeto da realidade ou conteúdo que pretendemos assimilar. Nesse processo, não só modificamos o que já possuímos, mas também interpretamos os novos fenômenos ou teorias de forma peculiar, para poder integrá-los e torná-los nosso. Quando ocorre esse processo, SOLÉ & COLL (2006) afirma que estamos aprendendo significativamente, ou seja, houve uma aprendizagem significativa, construindo um significado próprio e pessoal para um objeto de conhecimento que existe objetivamente. Essa concepção está em sincronia a afirmação de Moreira (2006), que diz que aprendizagem significativa é o processo por meio do qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do aprendiz.

Na concepção construtivista, todo conjunto de postulados gira em torno da consideração do ensino como um processo compartilhado, no qual o aluno, com a ajuda do

professor, pode mostrar-se competente e autônomo para resolver as tarefas propostas, e utilizar os conceitos para solucionar diversas questões SOLÉ & COLL (2006).

Deve-se, nessa ótica construtivista, propor desafios ao seu alcance nas aulas experimentais, algo que permita ao estudante confiar em suas próprias possibilidades e também proporcionar-lhe a ajuda necessária, sem, no entanto, deixar de permitir seu caminhar autônomo no estabelecimento dos objetivos do experimento.

De acordo com a concepção de MIRAS (2006), os conhecimentos prévios são de suma importância na incorporação de novos conhecimentos, pois nessa perspectiva a aprendizagem de um conteúdo novo é, em última instância, produto de uma atividade mental construtivista realizada pelo aluno, atividade mediante a qual ele constrói e incorpora à sua estrutura mental os significados e representações relativos ao novo conteúdo.

Além de lhe permitirem realizar esse contato inicial com o novo conteúdo, esses conhecimentos prévios são os fundamentos prévios da construção dos novos significados. (MIRAS, 2006 p. 61).

Depreende-se do que foi exposto anteriormente que o professor deve então preparar determinadas atividades (questionários, gráficos, esquemas, desafios etc.) que inicialmente elencam esses conhecimentos prévios e definem os esquemas de conhecimentos que os alunos terão de atualizar e mobilizar perante a nova situação de aprendizagem. Esses instrumentos podem também ser úteis na realização de uma reflexão sobre o processo de aprendizagem que está sendo desenvolvido, permitindo avaliar o caminho que está sendo percorrido pelos alunos.

Nessa concepção, os alunos devem conhecer as etapas do método científico e serem capazes de praticá-lo, não como meros repetidores, mas integrando os princípios que motivam esse método. A aprendizagem dessas etapas deve ser encarada como um processo de construção pessoal e não como uma cópia. Aprender algo equivale à ideia de elaborar uma representação pessoal do conteúdo ou objeto de aprendizagem. O professor torna-se



participante ativo do processo de construção do conhecimento, cujo centro não é a matéria, mas o aluno, que atua sobre o conteúdo que deve aprender. Para SOLÉ (2006 p. 51), essa estratégia possibilita, então, considerar o aluno como construtor ativo e não passivo. O ensino é entendido como um conjunto de ajudas ao aluno no processo de construção do conhecimento e elaboração do próprio desenvolvimento.

Existem algumas ações que, segundo MAURI (2006), devem ser consideradas pelo professor para que o aluno possa construir seu próprio conhecimento:

- Intervir para ativar as idéias prévias dos alunos
  - Permitir que os alunos apreendam o objetivo da tarefa ou experimento que será desenvolvido.
  - Concentrar a atenção dos alunos no processo de aprendizagem de conceitos tanto como nos resultados.
  - Caracterizar a informação de modo que:
    - Exista algum tipo de cabeçalho (título, ou subtítulo, por exemplo) ou introdução, que desempenhe o papel de ponte entre aquilo que os alunos já sabem e aquilo que lhes será informado.
    - Tenha um nível de abstração adequado às capacidades dos alunos.
    - Os alunos estejam em condições de utilizar recursos ou técnicas de organização e elaboração das informações (resumos quadros esquemas, relatórios etc.).
    - A nova informação seja apresentada aos alunos em termos funcionais, em situações e contextos de solução de problemas próximos a vida cotidiana.
  - Os professores devem também possibilitar a verbalização dos conceitos de modo cooperativo, possibilitando o confronto de idéias para resolver dúvidas.
  - Os alunos devem também ser estimulados a resumir, tomar notas, elaborar planos de trabalho, estabelecer momentos de acompanhamento da auto-avaliação do processo.
- (MAURI, 2006 p. 107 a 111.).

O professor também deve, acima de tudo, trabalhar com as ideias que os alunos têm sobre o objeto de aprendizagem, explicitar a pertinência de um procedimento na consecução de uma meta, verbalizar ou desenhar as operações que compõem o procedimento. Portanto, também durante a experimentação, a problematização é essencial para que os estudantes

sejam guiados em suas observações. Borges & Moraes (1998) destaca, ainda, cinco atitudes ou valores que o experimento construtivista possibilita:

1. Valoriza a compreensão;
2. Incentiva as atitudes questionadoras;
3. Promove a autonomia dos alunos;
4. Valoriza a cooperação e o trabalho em grupo;
5. Promove a atitude de pesquisa

Ao professor, dentro da ótica construtivista, cabe o papel de professor tutor, no qual o docente é um guia de aprendizagem e assume uma função intermediária entre uma ação totalmente dirigida por ele e uma atividade auto-dirigida pelo aluno, fato esse que já foi preconizado nos PCN.

... É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de idéias, 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 que os estudantes sejam guiados em suas observações (PCN Brasil, 1998, p. 122).

## 2.0 OBJETIVOS

A partir das discussões apresentadas na seção anterior, com destaque para a problemática da experimentação no ensino de Biologia, e do potencial da abordagem construtivista para a melhoria do aproveitamento dessa estratégia de ensino, o presente trabalho teve os seguintes objetivos:

- Avaliar o material de laboratório (Roteiro de aulas Práticas de laboratório) que estava sendo utilizado nas escolas pesquisadas.
- Desenvolver material de laboratório voltado para a investigação e discussão de conceitos científicos em biologia, a partir da ótica construtivista.
- Avaliar a aceitação, por parte dos alunos, e o impacto do uso da nova metodologia.

### 3.0 METODOLOGIA

No ano de 2006, um conjunto de manuais da 5ª série do Ensino Fundamental ao 2º ano do Ensino Médio foram desenvolvidos pelos professores Alzírío Luduvíce e Júlio de F. R. Melo, com a finalidade de subsidiar as aulas práticas de Ciências e Biologia, nas unidades de ensino explicitadas anteriormente. Esses manuais foram intitulados “Roteiros para aulas práticas de laboratório”, e consistem em uma coletânea de experimentos compilados de vários livros.

No presente estudo, foi analisado o manual de aulas práticas da 1º ano do Ensino Médio, que é constituído de 17 experimentos, sendo cada experimento composto por aproximadamente três partes que são estruturadas da seguinte forma: Introdução, que contém uma curta explicação geral sobre o tema a ser abordado, objetivos, materiais e métodos; Procedimento, no qual são descritos os passos que devem ser seguidos no experimento e discussão, que consiste em algumas perguntas que os alunos respondem sobre o experimento. Optamos por reformular o manual do 1º ano do Ensino Médio em função das mudanças curriculares propostas pelo PAS-UnB.

Esse manual foi analisado no ano de 2008 em relação à sua estrutura e forma de apresentar os experimentos aos alunos. Foi realizada uma entrevista (roteiro disponível no anexo 02) com os professores de laboratório, a fim de verificar suas percepções sobre o papel e metodologia aplicada nas aulas de laboratório com a utilização do manual, bem como o aproveitamento dos estudantes nos conteúdos apresentados. Foi elaborado e aplicado em uma amostra de estudantes que utilizaram o manual, um questionário com onze (11) questões. Essas questões foram elaboradas a partir da concepção dos conceitos básicos que deveriam ter sido assimilados pelos alunos após a realização de cada experimento feito ao longo do ano de 2008. Entendemos também que esse questionário também avalia indiretamente os conhecimentos relacionados com as aulas teóricas, mas principalmente os conhecimentos

assimilados nas aulas experimentais, uma vez que a maioria das perguntas enfocou o que foi tratado especificamente nas aulas experimentais. Duzentos e doze alunos do 1º ano do Ensino Médio responderam o questionário nas escolas que foram denominadas unidades 01 e 02 (o questionário encontra-se no apêndice 01 deste trabalho). Também foi feita uma entrevista com um grupo de 15 alunos do 1º ano do Ensino Médio sobre as suas impressões em relação às aulas experimentais baseadas no uso do manual. Os principais pontos avaliados nessa entrevista foram se os alunos perceberam mudança na metodologia das aulas, quais foram os experimentos que foram realizados ao longo do ano de 2008 e se os alunos se lembravam dos conceitos envolvidos em cada experimento realizado (roteiro dos pontos avaliados está disponível no anexo 2).

Em 2009, novo material foi elaborado tendo como pressupostos a ótica construtivista e a busca do desenvolvimento de espírito crítico nos alunos sobre a Ciência e a atividade de pesquisa. O critério escolhido para revisão do manual e seleção dos experimentos foi baseado na nova proposta de avaliação do PAS, ou seja, nos conteúdos que deveriam ser abordados no PAS subprograma-2007. A nova orientação foi apresentada aos professores, e, a partir de discussões, foi estabelecida uma nova proposta de atividades para as aulas experimentais, que foi implementada em todos os bimestres letivos de 2009. Esse novo manual constitui o produto educacional resultante deste trabalho, o qual será disponibilizado aos professores interessados e está especificado no apêndice 02.

Para avaliar o impacto do uso dessa nova metodologia, foram realizadas novamente entrevistas com professores e estudantes. Nas entrevistas com os estudantes, foi novamente avaliada a aprendizagem dos conceitos científicos tratados nos experimentos contidos no novo manual de aulas experimentais.

## **4.0 RESULTADOS**

### **4.1 PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES SOBRE A ESTRATÉGIA ORIGINAL**

Dois professores do laboratório das unidades educacionais citadas foram entrevistados sobre diversos aspectos relacionados às aulas experimentais. Em suas falas, ficou evidente a importância das aulas experimentais, no entanto, os professores lamentam o fato dos alunos mostrarem-se um pouco dispersos e não se concentrarem de modo coerente para seguir o que estava programado no protocolo experimental. Admitem, também, que quando não existia um protocolo experimental ou um roteiro elaborado com os passos a serem seguidos no experimento, os alunos ficavam mais desinteressados ainda. O roteiro, portanto, permitiu uma melhor organização do trabalho no laboratório.

Na fala dos professores, a elaboração do manual foi um passo importante na organização das aulas práticas ou experimentais, mas os experimentos preparados na realidade não correspondiam ao assunto que estava sendo abordado na teoria de sala de aula e eles percebiam esse distanciamento entre o que estava sendo trabalhado em sala e o que estava sendo trabalhado no laboratório. Existe, no entendimento dos professores, a necessidade de unir teoria e prática concomitantemente. Fica evidente, então, para o corpo docente da escola, que, apesar do manual de aulas experimentais ter facilitado o trabalho no laboratório, pois possibilita uma fixação e uma organização melhor dos conteúdos, ainda existem certas limitações que precisam ser superadas.

Ao serem questionados se as aulas de laboratório possibilitavam aos alunos o desenvolvimento de capacidades como manipulação de instrumentos, senso de observação de fenômenos à sua volta, capacidade de debater, questionar, fazer pesquisas, resolver problemas e compreender conceitos, os professores concordaram timidamente, sem aprofundamento nas respostas.

Com a inserção do manual nas aulas de laboratório, os alunos passaram a ter que elaborar, ao final de cada experimento, um relatório daquilo que aconteceu na aula. Segundo os professores esse relatório passou a ser realizado em grupo, mas alguns alunos preferiam fazê-lo individualmente. Nesse relatório eram cobrados uma capa de apresentação e uma introdução teórica, versando geralmente sobre o tema da aula, listagem do material que foi utilizado na aula. Os objetivos da aula deveriam também ser citados, o procedimento descrevendo todos os passos da aula e, finalmente, a conclusão na qual os alunos faziam uma avaliação do experimento, se esse funcionou ou não, expressando suas ideias sobre o experimento, e, ao final, a referência bibliográfica deveria também ser citada.

Foi solicitado, também, que os professores relatassem a visão dos alunos acerca do procedimento dos cientistas, e a capacidade de solucionar problemas a partir da aplicação do método científico. Eles responderam positivamente indicando: “Percebemos que eles desenvolvem atitudes de pequenos pesquisadores, mesmo quando o experimento não dá certo, isto é, não aparece o resultado esperado.”

Ao fazer uma análise junto com os professores acerca dos experimentos que foram trabalhados e que deveriam permanecer ou serem retirados, substituídos do manual, os professores acharam que deveriam ser acrescentadas algumas aulas práticas para acompanhar o que está sendo trabalhado em sala, como por exemplo, as que estão relacionadas com os microorganismos. Os professores acharam que não deveria ser retirada nenhuma aula prática do manual.

#### **4.2 PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE AS AULAS PRÁTICAS ORIGINAIS**

Quinze alunos foram entrevistados com relação à utilização do laboratório e das aulas experimentais. Para eles, esse tipo de aula é importante, pois serve pra reforçar a teoria, concordam que faria falta se fossem extintas e que nem sempre as aulas de laboratório coincidem com a parte teórica. Ao serem inquiridos sobre as aulas práticas que foram

desenvolvidas ao longo do ano, confessaram lembrarem-se de poucas e que não sabiam direito o que deveriam concluir ao final de cada experimento. Quando questionados acerca das etapas da investigação científica, responderam não entender como funcionam essas etapas.

Com relação ao relatório que deve ser elaborado ao final de cada experimento foi consenso entre eles que poucos são os alunos que realmente fazem o relatório, pelos motivos mais variados: preguiça, dificuldade de escrever, pouco interesse e o fato do peso da nota ser muito baixo e não ajudar na resolução das provas. Além disso, também informaram que dividem o trabalho de elaboração do relatório: “eu faço um e minha amiga faz o outro”. Com relação à utilização do manual os alunos responderam que quase não o usam, apenas observam o que o professor faz e o que está sendo pedido para fazer o relatório. Os alunos se ressentiam de maior esclarecimento em relação às dúvidas que surgiam durante o experimento: “Não sei se minhas conclusões estão certas; recebo apenas o relatório corrigido com certo ou errado”; “Não sabemos direito porque estamos seguindo aquele roteiro de experimento”.

#### **4.3. RESULTADO DA AVALIAÇÃO DO APRENDIZADO DOS CONCEITOS CIENTÍFICOS TRATADOS NAS AULAS EXPERIMENTAIS ORIGINAIS.**

Ao final do ano de 2008, fizemos uma avaliação do aprendizado dos conceitos tratados nas aulas de laboratório nas escolas das unidades 01 e 02. Essa sondagem foi realizada a partir da aplicação de um questionário envolvendo questões relevantes relacionadas aos onze últimos trabalhos realizados nas aulas do ano. O questionário aplicado se encontra no apêndice 01 desse trabalho de pesquisa. As questões foram elaboradas tendo como premissa o que deveria ter sido assimilado pelos alunos após a realização de cada experimento. O resultado desta sondagem está descrito na tabela 1.

**Tabela 1:** Porcentagens dos acertos das questões relacionadas aos conceitos básicos que deveriam ter sido assimilados pelos 214 alunos sondados da unidade 01 e 02.

ASSUNTO DAS QUESTÕES	PORCENTAGEM de acertos na Unidade 01 (n=166)	PORCENTAGEM de acertos na unidade 02 (n=48)
1.0 Regras de segurança no laboratório	9%	56%
2.0 Técnicas de coloração em microscopia	58%	48%
3.0 Observação de células da mucosa bucal	29%	18%
4.0 Identificação de protozoários	27%	6%
5.0 Meio de cultura para bactérias	28%	14,5%
6.0 Filme sobre relações ecológicas	51%	37,5%
7.0 Ação de decompositores sobre banana	35%	37,5%
8.0 Fases da mitose em células vegetais	14%	2%
9.0 Relação entre produtor e consumidor	13%	14,5%
10. Montando um ecossistema artificial	13%	14,5%
11. Dinâmica populacional	64,5%	52%

Observa-se, na tabela, que as questões 01, 08, 09 e 10 tiveram um índice de acerto muito baixo, essas questões tratam respectivamente dos seguintes assuntos: Normas de segurança no laboratório, fases da mitose em células vegetais, relação entre produtores e consumidores e montagem de um ecossistema artificial.

As questões 01 e 08 envolvem, na realidade, conhecimentos técnicos que geralmente são de difícil assimilação por parte dos alunos, no entanto, as questões 09 e 10 são assuntos relativamente fáceis de serem compreendidos, pois fazem referência a elementos macroscópicos que podem ser visualizados nas aulas práticas.



As questões que tiveram o maior número de acertos foram as de número 02, 06, e 11, que versam respectivamente sobre os seguintes assuntos: Técnicas de coloração em microscopia, Documentário sobre relações ecológicas e dinâmica populacional.

A aula prática sobre técnicas de coloração e microscopia orientava os alunos a produzirem lâminas com e sem corantes, para que eles pudessem observar os contrastes nas lâminas produzidas por eles mesmos no microscópio. No documentário sobre relações ecológicas, aparecem diversas situações de relacionamento entre os seres vivos que os alunos deveriam registrar e classificar se eram harmônicas ou desarmônicas. Na questão número 11, os alunos deveriam plotar num gráfico a variação do crescimento de uma população fictícia de capivara. Eles haviam feito isso na aula experimental com uma população de *Drosophila melanogaster*.

#### **4.4. CARACTERÍSTICAS DA NOVA METODOLOGIA E DO NOVO MANUAL**

Realizamos uma sequência de reuniões e discussões com os professores do laboratório no sentido de rever a forma tradicional como eram conduzidas as aulas, isso é, baseadas no desenvolvimento de experimentos a partir de roteiros previamente preparados. As principais mudanças propostas incluíram: (1) a redução no número de experimentos que passaram a ocupar maior número de aulas, cada um; (2) o envolvimento dos estudantes em cada passo da pesquisa, desde a elaboração da proposta do experimento, ao desenvolvimento da metodologia; (3) o uso do espaço da aula para preparação dos relatórios e apresentação destes; (4) o acompanhamento e a proposição de um formato para a organização do trabalho em grupo. Foi feita uma opção por dedicar maior número de aulas a um mesmo experimento, trabalhando com os alunos desde a concepção da metodologia a partir de um dado problema, até a análise de dados, preparação e apresentação do relatório com acompanhamento do professor nas próprias aulas de laboratório.

Planejou-se em cada experimento propor aos estudantes desafios que elencassem conhecimentos prévios e ajudassem a pensar em uma estratégia para comprovar determinado fenômeno. Assim, ao invés de receber um roteiro pronto, os alunos deveriam ajudar a construir um protocolo experimental ao longo das aulas de laboratório. O professor deveria sempre conduzir a aula de modo a possibilitar também a aplicação das etapas do método científico, permitindo ao aluno avaliar constantemente o caminho que está sendo percorrido e o porquê desse caminho, com a finalidade de encarar a aprendizagem como um processo de construção pessoal. O centro passou a ser o aluno e não a matéria em si.

No primeiro experimento, o professor deixaria os alunos escolherem os componentes dos grupos. A partir dos próximos experimentos, o professor auxiliaria na escolha dos componentes dos grupos, possibilitando o contato entre aqueles que têm mais facilidade de expressar suas ideias com os que apresentam dificuldades, para que houvesse um intercâmbio e confronto dessas ideias de modo cooperativo. Foi aplicado um experimento por bimestre, com a finalidade de se trabalhar com mais critério cada experimento, analisando todas as variáveis que poderiam surgir durante a aplicação destes.

No primeiro bimestre, o experimento proposto foi sobre a fotossíntese, cujo objetivo era possibilitar que os alunos reconhecessem os reagentes e produtos do processo de fotossíntese, bem como a importância do gás carbônico como matéria-prima para o processo de fotossíntese. No segundo bimestre, optamos por conduzir os alunos a realizar experimentos sobre a respiração celular com a finalidade de reconhecer a relação entre os processos de fotossíntese e respiração celular, e também comprovar que os animais eliminam gás carbônico na respiração, além de constatar que tanto os animais como as plantas eliminam gás carbônico. No terceiro bimestre, planejamos uma aula experimental sobre bactérias, cujo objetivo era possibilitar aos alunos criar uma cultura de bactérias que possibilitasse aos estudantes uma observação direta desses organismos e uma avaliação dos benefícios e

prejuízos que as bactérias podem trazer, além de refletir sobre algumas das relações entre as bactérias e o meio ambiente. No quarto bimestre, planejamos uma prática sobre a participação de microorganismos nos processos de fermentação, cujo principal objetivo foi reconhecer os tipos de fermentação, reagentes, produtos e os gases produzidos durante o processo. Infelizmente não foi possível desenvolvermos essa prática, por falta de tempo no calendário escolar.

Também foi reorganizada a forma dos alunos trabalharem em grupo, com a finalidade de valorizar esse tipo de estratégia de aprendizagem. Em cada aula, um aluno do grupo era eleito pelo professor como coordenador do grupo. O coordenador não tinha a função de elaborar o trabalho sozinho, mas de manter o grupo organizado, coordenando os debates e as respectivas falas, sendo o mediador entre o professor e o grupo e auxiliando nas delegações de funções. Todos os participantes deveriam trabalhar em equipe e efetivamente realizar as atividades estabelecidas. Foi apresentada uma nova concepção de relatório para possibilitar aos alunos a organização e a elaboração das informações percebidas durante os experimentos.

Procuramos também estimular os alunos a pensarem nas etapas da pesquisa para confecção do relatório das aulas experimentais. Para tanto, foi utilizado o seguinte roteiro de questões:

1. Qual o conhecimento envolvido nessa aula experimental?

Os alunos deveriam fazer leituras, pesquisas sobre o assunto e redigir uma lauda envolvendo o tema e sua relevância.

2. Que pergunta(s) o experimento se propôs a responder?

Os alunos deveriam identificar a pergunta geradora da pesquisa.

3. Como foi realizado o experimento?

Os alunos deveriam explicar detalhadamente cada etapa do experimento.

4. O que foi observado, e quais as conclusões do grupo sobre o experimento?

Além de descrever os resultados do experimento, os alunos deveriam relacionar a conclusão do relatório com a(s) resposta(s) da(s) pergunta(s) geradoras da investigação.

5. Indique as leituras que foram feitas para finalizar esse trabalho.

Os professores deveriam então recolher os relatórios e devolvê-los aos alunos devidamente corrigidos. Deveria ocorrer também a apresentação dos resultados do experimento por grupo. Essa apresentação foi feita de forma oral (por sorteio de três grupos apenas para apresentar os resultados e também do apresentador entre os componentes de cada grupo). Essa estratégia tinha por finalidade estimular todos os componentes do grupo a se inteirar daquilo que foi desenvolvido e verificado ao longo da atividade experimental. A figura 01 mostra o trabalho em grupo na aula de laboratório.



**Figura 01. Trabalho em grupo na aula de laboratório da 1ª série do Ensino Médio.**

#### **4.5 PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES SOBRE A UTILIZAÇÃO DO NOVO MANUAL.**

A professora descreveu a sua preocupação inicial, como também dos alunos, relacionada à mudança na prática do dia-a-dia: “Introduzir uma nova metodologia é sobretudo um desafio, pois não sabíamos como seria a recepção dos alunos em relação à atividade diferenciada e se eles iriam participar de forma efetiva”.

No momento da apresentação da nova proposta, a professora relatou sua impressão das turmas de laboratório. “Percebi que alguns alunos não gostaram da metodologia, pois antes eles levariam o relatório pra fazer em casa, assim teriam mais tempo pra fazer; outros gostaram da nova proposta, pois se sentiam sobrecarregados de atividades extraclasse e alguns alunos sempre deixavam que apenas um representante do grupo fizesse o relatório (o aluno mais responsável e o resto do grupo se “escorava” neste aluno e não fazia absolutamente nada”.

No momento de gerar os debates, como sempre, alguns alunos não se envolveram, mas a interação entre eles passou a acontecer de uma forma mais produtiva: “Observei que alguns alunos participavam e gostavam de discutir, eram os alunos mais participativos, os outros ficavam calados, no entanto, observavam a discussão.”

Aparentemente, foi no momento do desenvolvimento do experimento em si que todos os estudantes se envolveram de modo mais profundo. A professora percebeu que o grau de compromisso havia aumentado nos alunos, pois eles passaram a se tornar cúmplices das aulas. “Neste momento observamos o compromisso de alguns alunos que levavam todo material solicitado para a montagem da prática; na maioria das vezes, todos os alunos participavam nesse momento, havia sempre uma interação entre eles e uma ordem onde um dizia o que cada aluno deveria fazer e o que deveriam ter trazido na aula.”

Na elaboração do relatório percebemos também uma mudança significativa, pois outrora, com o material original, a elaboração dos relatórios não acontecia em grupo, parte dele era cópias da internet ou resultado do desenvolvimento de um único aluno: “Como os alunos tinham que confeccionar o relatório em sala, foram eliminados alguns problemas como a sobrecarga da confecção em cima de apenas um aluno e as cópias da internet.”

Segundo a professora, com a nova proposta, tem sido bem mais fácil desenvolver as aulas no laboratório, os alunos se mostram mais interessados, a aula é mais dinâmica e há maior participação das discussões durante a realização do relatório: “A nova metodologia é de muita valia, pois como o experimento não chega totalmente pronto ao aluno, ele participa mais e interage melhor com o experimento. Com esta nova metodologia tivemos que utilizar mais aulas, assim os alunos tiveram menos experimentos para realizar, em compensação, os alunos participaram de todo processo para o desenvolvimento de um pensamento científico”.

#### **4.6 PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE A UTILIZAÇÃO DO NOVO MANUAL NAS AULAS PRÁTICAS.**

Foi escolhida uma amostra de 61 alunos, sendo 25 alunos da unidade 01 e 38 alunos da unidade 02, divididos em grupos de dois e três indivíduos. Como o número de experimentos foi reduzido, foi feita opção por uma entrevista ao invés do questionário aplicado em 2008. As perguntas que foram feitas nessa nova entrevista estão relacionados no apêndice 02 deste trabalho. A entrevista foi conduzida no sentido de verificar se os alunos se lembravam dos experimentos que foram realizados ao longo do ano de 2009, o que aprenderam nesses experimentos e a receptividade ao novo método de trabalho. Dos 21 grupos questionados, 15 se lembravam dos experimentos que foram realizados no ano de 2008. Embora alguns deles tenham tido dificuldades em relatar a sequência em que os experimentos foram realizados, se lembravam deles e de que estes experimentos apresentavam uma relação com o que estava sendo trabalhado em sala de aula na parte teórica.

Ao serem inquiridos sobre a sequência ou dinâmica da aula de laboratório, todos grupos relataram que sempre antes do experimento a professora pedia uma pesquisa sobre o assunto do experimento e que também respondiam algumas perguntas que os ajudariam a entender o experimento. Essas respostas, por estímulo do professor, deveriam ser elaboradas com as próprias palavras dos estudantes. Todos os alunos entrevistados reconheciam que, ao final de cada experimento, era exigido um relatório da aula experimental e que a maior parte do relatório era feito em sala, pois a professora estava sempre atenta, o que levava então todos a participar da execução do relatório. Na visão dos alunos isso foi bom, pois reconhecem que fazer o relatório em casa não é muito produtivo: “Em casa a gente nunca faz o relatório, os colegas fazem pra gente ou pegamos da internet”; “Isso acontece nas outras disciplinas práticas como física e química”. Na fala dos alunos é melhor fazer o relatório em conjunto, pois “auxiliamos uns aos outros, e o professor tira as dúvidas que aparecem, e todo mundo tem que participar”. A figura 02 mostra a professora tirando dúvidas na aula de laboratório para os estudantes confeccionar o relatório .



**Figura 02: Professora tirando as dúvidas numa aula de laboratório da 1ª série do Ensino Médio.**

Acerca dos aspectos teóricos sobre os experimentos realizados, percebemos que os alunos respondiam com mais facilidade aos conhecimentos teóricos envolvidos, por exemplo, fornecendo conceitos corretos do processo de fotossíntese e sua relação com as cadeias alimentares. Ao serem questionados sobre a importância do bicarbonato de sódio no experimento da fotossíntese, sete grupos responderam prontamente: “fornecer gás carbônico para a planta fazer fotossíntese”. Além disso, três grupos de alunos foram capazes não só de relatar os experimentos realizados, mas também os objetivos do experimento sobre a respiração, “verificar que os animais eliminam  $\text{CO}_2$  na respiração”.

Quando questionados sobre a relação das aulas experimentais com a investigação científica, apenas três grupos de alunos demonstraram perceber a relação entre as aulas experimentais e a investigação científica respondendo: “O laboratório simula o que o cientista faz para descobrir algo”. “Ele (o cientista) vai testando seu pensamento até descobrir como acontecem os fenômenos”. “O que fazemos no laboratório é tentar provar se uma teoria é fato verídico ou não”. Percebe-se nessa fala dos alunos uma visão estereotipada do cientista como um gênio isolado que descobre teorias seguindo uma metodologia para encontrar uma verdade, portanto faz-se necessário proporcionar aos alunos uma compreensão crítica da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico.

Com relação à quantidade de experimentos que foram realizados ao longo do ano de 2008 e a receptividade acerca da nova proposta, oito grupos de alunos afirmaram que “foi bom diminuir o número de experimentos. É melhor fazer poucos experimentos e entender, do que fazer muitos e não entender”. Dezesete grupos de alunos responderam de forma positiva sobre a importância das aulas de laboratório, conforme se verifica em suas falas:

“O laboratório é importante, pois vemos na prática; É bom saber a teoria primeiro e depois a prática”; “Biologia é mais prática do que teoria para entendermos o porquê de alguma coisa”;



“Compreendemos melhor a teoria; ajuda a aprender, pois vemos na prática”. A figura 03 mostra os alunos numa aula de fotossíntese visualizando o cloroplasto.



**Figura 03: Aluno da 1ª série do Ensino Médio numa aula de laboratório sobre fotossíntese**

## **5.0 DISCUSSÃO**

De acordo com o que foi pesquisado nesse projeto e com o que foi citado por vários autores como, por exemplo, Pasquali & Amorim (2000) que afirmam: “... a Biologia é uma ciência experimental”, evidenciamos que a atividade de laboratório deve adotar procedimentos baseados numa pedagogia direcionada a não proporcionar uma metodologia que engessa o processo experimental, tornando-o puramente mecânico, e sim numa prática que parte da experiência do aluno, para que aquilo que se está propondo faça sentido para o universo do estudante.

Observou-se que no manual original de laboratório os alunos seguiam determinados passos visando produzir uma atividade para complementar ou verificar a teoria, o que não estimulava o aluno a refletir sobre o tema e os próprios procedimentos executados. Segundo

Souza (2007), esse tipo de procedimento reproduz um modelo de ensino tradicional ou puramente mecânico que é muitas vezes apresentado ao aluno como uma forma pronta e acabada de conhecimento. Esse tipo de pedagogia também foi discutido por Silva & Zanon (2000) que afirmam:

“Como sabemos, não são raras as aulas práticas que se restringem a procedimentos experimentais, ficando como tarefa a elaboração de um relatório que, em geral, prioriza procedimentos, materiais usados e observações, em detrimento de explicações e significações no nível teórico-conceitual”. (Silva e Zanon, 2000, p.)

Parece-nos claro que o modelo original de roteiro das aulas e elaboração dos relatórios apontava para essa metodologia. Utilizando ainda as contribuições de Amaral (1991), observamos que, aparentemente, este modelo baseia-se na conexão entre a prática e a teoria, mas com um caráter empirista, no qual a prática limitava-se às atividades de laboratório simuladoras de fenômenos, ignorando a prática de vida dos estudantes.

O que foi discutido até aqui está de acordo com algumas respostas dos estudantes entrevistados que afirmaram não saber direito o que estavam fazendo, e que apenas seguiam o roteiro. Eles também não percebiam relação entre as aulas práticas e as teóricas, entre o laboratório e os conteúdos que estavam sendo desenvolvidos em sala de aula. De fato, os maus resultados no questionário sugerem que as aulas de laboratório tinham contribuído pouco para entendimento dos conteúdos de biologia.

Diante do que foi apresentado, nosso argumento se fortalece na necessidade de pensarmos mais sobre a experimentação, pois é consenso que esta é uma atividade fundamental no ensino de Ciências e Biologia (Krasilchik, 2000). Muito já se tem escrito, estudado e pesquisado sobre a experimentação como motivador da aprendizagem. Conforme Galiuzzi *et al.* (2001), o laboratório leva ao desenvolvimento de habilidades técnicas e principalmente auxilia na fixação e no conhecimento sobre os fenômenos e fatos. Os diversos trabalhos comentados por Borges *et al.* (2001) também sugerem alternativas semelhantes, propondo estruturar as atividades de laboratório como investigações ou problemas práticos com

variados níveis de abertura. Segundo o autor, os laboratórios investigativos podem ser utilizados em quaisquer níveis de ensino e têm o potencial de envolver mais os estudantes, levando a uma melhora nas respostas dos alunos. O laboratório é um item essencial no ensino de Ciências na escola (Nott 1997 apud Wellington,1998).

O trabalho de laboratório pode melhorar o conhecimento científico dos alunos e promover o desenvolvimento conceitual, permitindo eles visualizarem leis e teorias científicas com maior facilidade; O trabalho de laboratório pode motivar e estimular os alunos gerando interesse e entusiasmo e também ajuda os alunos a lembrarem-se das teorias; O trabalho prático não desenvolve apenas habilidades de manipulação, mas também promove um nível superior de habilidades como observação, previsão, medição e inferências. (Wellington, 1998, P.03-06).

Mas isso não estava acontecendo de modo significativo em nossa escola. Os dados da tabela 01 refletem bem essa situação, pois podemos concluir que os conceitos científicos assimilados nas unidades de ensino 01 e 02, demonstraram-se insatisfatórios, contrariando o que foi relatado pelos professores na primeira entrevista, quando afirmaram que os alunos aprendiam melhor os conceitos científicos a partir das aulas experimentais.

A partir da reflexão dessa problemática, resolvemos repensar as atividades de laboratório e como o professor deveria intervir nessas aulas. Isso vai ao encontro do que afirmou Coll *et al.* (2006) ao dizer que o professor deve intervir para ativar as idéias prévias dos alunos, permitindo que os mesmos apreendam o objetivo da tarefa ou experimento que será desenvolvido, além de estimular os alunos a resumir, tomar notas, elaborar planos de trabalho, discutir e estabelecer momentos de acompanhamento da auto-avaliação do processo. Para o professor que se preocupa com a aprendizagem efetiva do aluno, é importante saber o que ele pensa a respeito de determinado assunto. Assim, poderá sistematizar suas idéias, provocando debates e discussões entre o conhecimento escolar e o do aluno, dando a ele a oportunidade de construir o seu próprio conhecimento e despertando também o seu interesse.

Sobre esse aspecto afirmou Amaral (1997, p.11-15) que a função do professor seria, então, a de atuar como um estimulador e orientador de tal processo, e caracterizando-o,

“A realidade é problematizada, configurando-se a necessidade de simplificá-la e submetê-la a testes experimentais em condições controladas de laboratório (...). O conhecimento formal obtido tem caráter provisório e é fruto das conexões possíveis de serem feitas entre as manifestações naturais dos fenômenos investigativos e aquelas produzidas artificialmente em laboratório”.

De acordo com a fala dos professores entrevistados, mesmo que as condições do experimento dessem errado, isto é, não aparecesse o resultado esperado do fenômeno investigado, os alunos eram capazes desenvolver atitudes de pesquisadores. Essa visão de que o experimento tem que dar certo ou errado não corresponde de fato à verdadeira natureza da ciência, pois o pensamento científico não se desenvolve a partir de lições prescritas com objetivos definidos. Após mudarmos a estratégia da aula experimental, percebemos na entrevista com a professora uma nova forma de enxergar as aulas experimentais. Ao invés de demonstrar o experimento e pedir para os alunos relatarem se deu certo ou não esta deixou claro com sua fala, que a aula passou a ser construída junto com os alunos, “ a nova metodologia é de muita valia, pois como o experimento não chega totalmente pronto ao aluno, ele participa mais e interage melhor com o experimento”. Giordam (1999) escreveu sobre essa possibilidade de erro ou acerto, mas com uma visão diferente da opinião original dos professores: “as possibilidades de erro e acerto, mantém o aluno comprometido com sua aprendizagem, pois ele a reconhece como estratégia para resolução de uma problemática da qual ele toma parte diretamente, formulando-a inclusive”. Quando o aluno esteve comprometido, participando de todas as etapas ele passou a considerar todas as variáveis que poderiam surgir durante o experimento, como o faz o cientista. Amaral (1997) aponta novas exigências para o ensino de Ciências, destacando:

A interdisciplinaridade; a postura de desmistificação da ciência moderna; o respeito às características do pensamento do aluno e às suas concepções prévias; o oferecimento de condições para que o aluno elabore o seu próprio conhecimento; a adoção de critérios baseados na relevância não só científica, mas também, social e cultural, na seleção e exploração dos conteúdos programáticos; flexibilidade curricular; educação ambiental.

Essa nova estratégia desenvolvida (associada ao novo manual) também possibilitou uma melhor visão de alguns alunos acerca do trabalho científico e sobre a natureza da ciência, pois esses passaram a relacionar, nas entrevistas, os passos desenvolvidos pelo cientista na resolução de um problema. Segundo relato dos alunos a atividade de laboratório visava tentar “provar se uma teoria é fato verídico ou não”. Percebe-se nessa fala uma visão estereotipada do cientista como um gênio isolado que descobre teorias seguindo uma metodologia para encontrar uma verdade, portanto faz-se necessário proporcionar aos alunos uma compreensão crítica da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico. Não podemos, no entanto, deixar de considerar o que Barberá e Valdés (1996) alertam sobre a educação científica, que seria um equívoco conceber a experimentação como atividade que comprova e recapitula a teoria, separando em etapas sucessivas e estanques a atividade teórica da atividade experimental e nem tornar a atividade experimental a condição definitiva para comprovação da teoria.

Segundo relatos anteriores, eles não conseguiam visualizar os processos da investigação científica nas aulas de laboratório, no entanto, ainda percebemos que nem todos conseguiram relacionar o procedimentos do laboratório como uma recapitulação do trabalho da investigação científica, talvez por falta de reforçar esse procedimento antes de cada experimento. Talvez essa necessidade tenha sido pouco reforçada com a professora de laboratório.

Partindo também da premissa de que essas aulas deveriam ativar as ideias prévias dos estudantes, começamos a pensar em estratégias que estivessem relacionadas com informações do cotidiano dos alunos, pois, segundo DIAS *et al.* (2003), a abordagem de aulas experimentais baseadas no cotidiano dos alunos permite a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e, assim, estas são

universalizadas pela tradição cultural. A prática de sempre sugerir uma pesquisa aos alunos antes do experimento também entra em concordância com o que afirmou Coll et al. (2006).

Fica evidente nesta pesquisa, a partir da entrevista com os professores e alunos, e em diversas outras literaturas consultadas, que os alunos assimilam melhor os conteúdos quando existe interação entre a teoria e a prática. Almeida *et al.* (2000) elaboraram e testaram também diversos experimentos sobre temas relacionados à Biologia. Os testes indicaram que após a aplicação das práticas, os estudantes da primeira série do Ensino Médio de uma escola da rede pública conseguiram assimilar de forma mais consistente e significativa os conhecimentos teóricos abordados, além de ter acrescentado significativamente os conceitos aprendidos em sala. Santos *et al.* (2003) também fazem uma reflexão sobre as atividades experimentais de modo que contribuem efetivamente para o ensino-aprendizagem. Para Soares *et al.* (2006), a ausência de atividades experimentais é apontada, tanto por professores quanto por alunos do Ensino Médio, como um dos principais motivos de deficiência no ensino, tanto de Química, quanto de Biologia e de Física.

Professores e alunos concordam que a experimentação “aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta” (Giordan, 1999, p.43-49).

Na visão de Grandini *et al.*, (2003) o laboratório didático propicia aos alunos uma vivência e manuseio de instrumentos, que lhes permitem conhecer diversos tipos de atividades, podendo estimular-lhes a curiosidade e a vontade em aprender a vivenciar ciência.

O laboratório incentiva o aluno a conhecer, entender e aprender a aplicar a teoria na prática, dominando ferramentas e técnicas que poderão ser utilizadas em pesquisa científica. Ele propicia o aluno aprender a observar cientificamente, interpretar e analisar experimentos através da objetividade, precisão, confiança, perseverança, satisfação e responsabilidade.

Após a aplicação da nova metodologia, os alunos entrevistados nesse trabalho foram categóricos em afirmar que, com as aulas de laboratório, ficava mais fácil aprender, pois a existência destas melhorou o entendimento e a compreensão da matéria.

Silva (1999) realizou uma experiência com os alunos de uma determinada escola fluminense e os resultados obtidos levaram-no a concluir que os alunos são capazes de assimilar um conteúdo de difícil aprendizagem quando se propõem experimentos relacionados ao seu cotidiano. Fica então evidente, na concepção dos alunos e professores, que as aulas experimentais são uma ferramenta importante no processo de ensino-aprendizagem.

Na visão dos professores, o relatório das aulas práticas estava sendo elaborado em grupo, mas não foi isso que constatamos na entrevista com os alunos. Eles delegavam a função a um dos membros do grupo e faziam uma espécie de rodízio no qual a cada experimento um fazia o relatório. Percebemos então que o trabalho em grupo estava desorganizado, pois a forma dos alunos fazerem o relatório refletia uma construção individual, e, para vários autores, a construção do conhecimento é um processo social, por isso, planejamos uma nova dinâmica do trabalho em grupo nesse novo manual. Sobre isso afirmou também COLL *et al.*(2006, p.107): “os professores devem também possibilitar a verbalização dos conceitos de modo cooperativo, possibilitando o confronto de idéias para resolver dúvidas”.

Um ensino de qualidade deverá sempre estar fundamentado no trabalho coletivo. A inexistência dele será fonte de problemas enfrentados pela escola na busca da melhoria da qualidade de ensino. O trabalho coletivo passou a constituir-se numa das metas a ser perseguida nessa nova proposta de trabalho, tendo em vista que como a escola é um espaço que está em processo de construção social permanente, alunos e professores necessitam interagir num processo de contínua construção, de conflitos e negociações em função de circunstâncias determinadas. As relações sociais entre os sujeitos envolvidos é de

fundamental importância para o desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem, por isso, decidimos fazer uma intervenção na forma dos alunos trabalharem em grupo, pois entendemos que isso potencializa o aprendizado, possibilitando também o desenvolvimento de afinidade, confiança, respeito, intercâmbio cognitivo. Hoje, um dos núcleos de destaque na investigação sobre a interação é integrado por César Coll, da Universidade de Barcelona, que, entre outros aspectos, estuda o papel do professor. Segundo ele, cabe ao educador criar condições para que os alunos realizem o trabalho com os próprios instrumentos e manter o agrupamento sempre produtivo (Coll, 2006).

Fleury (2008) reforça essa visão ao afirmar que “trabalhar em equipe é mais divertido do que trabalhar individualmente, o que pode contribuir para melhorar nosso desempenho”.

## **6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Fazendo uma retrospectiva acerca de minha atuação como professor, a partir desse trabalho pude perceber que minhas aulas teóricas se assemelhavam muito com o manual de aulas práticas original, isto é, eram tradicionais, conteudistas. O exercício de propor algo diferente no laboratório me levou a refletir também sobre minha postura em sala de aula e me faz continuar buscando melhorar essa condição.

É certo que propor uma aula diferenciada não é fácil. Romper com uma estrutura, que de certa forma contribuiu para nossa formação e que ainda está contribuindo para a formação de outros professores, é complicado. Mas, ver o depoimento de professores e alunos envolvidos nessa nova metodologia faz-nos acreditar que estamos palmilhando o caminho para construir uma aula mais motivadora.

Quando entrevistamos os professores pela primeira vez, eles achavam que não deveria ser retirado nenhum experimento e sim acrescentados aqueles que não estavam sendo



contemplados pela teoria em sala de aula. A questão é que a maioria dos experimentos do manual não se relacionavam com a teoria em sala de aula devido a mudança na matriz de conhecimentos para a 1ª série do PAS/UnB. Então, em reunião com os professores, resolvemos reduzir os experimentos e adequá-los à nova realidade do PAS/UnB.

Um outro problema detectado era que os professores viam as aulas práticas como algo demonstrativo, complementar ao ensino, e não como um espaço para se discutir e ensinar, de fato, Ciências. Os professores achavam, também, que a aula de laboratório contribuía para melhorar o aprendizado, por outro lado, os alunos mostraram na entrevista e no questionário aplicado que não se lembravam da maioria dos conteúdos relacionados às aulas práticas originais. Com o novo manual, praticamente todos os grupos se lembravam dos experimentos realizados, o que já é um resultado expressivo.

Com relação ao relatório das aulas experimentais ou práticas, no modelo original, os alunos não davam muita importância ao relatório, pois ele tinha um peso muito pequeno na nota. Com o novo modelo de relatório, mesmo sem aumentar a nota, os alunos passaram a se interessar mais, porque era feito em sala de aula e com o acompanhamento da professora que tirava as dúvidas e orientava o trabalho em grupo, sistematizando o conhecimento e facilitando o aprendizado.

Conforme a fala de um dos professores que compartilhou conosco esse projeto, o limite de tempo é o maior inimigo da nova proposta juntamente com o despreparo dos alunos para mostrarem suas opiniões. Acostumamos nossos alunos a se tornarem passivos em nossas aulas, a serem meros espectadores, por isso eles falam pouco, mas compartilho da mesma opinião dos professores que trabalharam essa nova proposta, que os alunos devem ter uma visão mais crítica e participativa de todo o processo de ensino.

Posso afirmar, ao final desse trabalho, que aquilo que os alunos apenas ouvem logo esquecem, aquilo que veem pouco guardam, mas aquilo que fazem e descrevem dificilmente se esquecem. Foi isso que tentamos perseguir nesse trabalho: uma pedagogia que permitisse aproximar o distanciamento entre as aulas teóricas e práticas, melhorar a atuação dos alunos nas aulas de laboratório, bem como o desenvolvimento desses alunos no trabalho em grupo.

Finalizo afirmando que aulas mais dinâmicas, aproveitando as experiências prévias dos alunos, permitindo que eles exponham suas ideias sem se sentirem coagidos são melhores para produzir conhecimentos e aprendizagens realmente eficazes.

## 7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALMEIDA, S. C. CUNHA, J.C.; MASCARENHAS, J.F.; DUTRA, L.X.C.; KIKUCHI, R.K.P.; LEÃO, Z.M.A.N. O Ensino de Biologia Através de Técnicas Laboratoriais. *Anais da 52ª Reunião Anual da SBPC*. Brasília, 2000. CD-ROM.

AMARAL, Ivan A. do. Conhecimento formal, experimental e estudo ambiental. *Ciência & Ensino*.. n. 3. p.11-15. 1997.

AMARAL, T. A. *Currículo de Ciências: das Tendências Clássicas aos Movimentos Atuais de Renovação*. 1991. São Paulo , Brasiliense; p, 201- 228.

BORGES, A.T; BORGES, O.N; SILVA, M.V.D; GOMES, A.D.T. A resolução de Problemas Práticos no Laboratório Escolar. *Atas do III ENPEC*. Atibaia, SP: 2001.

BIZZO, N. *Ciências: Fácil ou difícil?* São Paulo: Editora Ática, 2007. P. 23-46.

BORGES, R. M. R.; MORAES, R. *Educação em Ciências nas Séries Iniciais*. Porto Alegre: Sagra Luzatto, 1998. 222p.

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

BRASIL. *PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Vol. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002, p. 55-57.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC, 1999.

CHALMERS, A. F. *O que é Ciências Afinal?* São Paulo: Editora Brasiliense, 2009.

COLL, C. *O construtivismo na Sala de Aula*. São Paulo: Editora Ática, 2006.

DIAS, M.V.; GUIMARÃES, P.I.C. e MERÇON, F. Corantes naturais: Extração e emprego como indicadores de pH. *Química Nova na Escola*, n. 17, p. 27-30, 2003.

FLEURY, S.. *A Importância Do Trabalho Em Equipe*. 2008. Disponível em: <http://www.artigonal.com/gestao-artigos/a-importancia-do-trabalho-em-equipe-534401.html>. Acessado em: 30/01/2009.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 9. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

GALAZZI, M.; ROCHA, J.; SCHMITZ, L.; SOUZA, M.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 7 (2), 249-263. 2001.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, nº 10, p.43-49, 1999,.

GRANDINI, N. A.; GRANDINI C. R. *Os objetivos do laboratório didático na visão dos alunos do curso de licenciatura em física da UNESP-BAURU*. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/atas/posteres/po12-02.pdf>. Acessado em: 23/01/2010.

HODSON, D. Investigación y experiencias didáticas: hacia um enfoque más crítico Del trabajo de laboratório. *Enseñanza de las Ciencias*, v.12, n. 3, p. 299-313, 1994.

KANT, I. *Sobre a Pedagogia*. Piracicaba: Editora Unimep, 1996, p. 11

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade o caso do ensino das ciências, *Perspec.* vol.14 nº.1 . 2000

CUNHA, A. M. O.; KRASILCHIK, M. *A formação continuada de professores de ciências: percepções a partir de uma experiência*. XXIII Reunião Anual da ANPED. Caxambú, 2000.

MAURI, T. A natureza ativa e construtiva do conhecimento IN: COLL, C; MARTIN, E;; ONRUBIA, J; SOLÉ, I; ZABALA, A.; MIRAS, M. *O construtivismo na Sala de Aula*. São Paulo: Editora Ática 2006, p. 29-56.

MIRAS, M. Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios IN: COLL, C; MARTIN, ONRUBIA J. ; SOLÉ, I; ZABALA, A. *O construtivismo na Sala de Aula*. São Paulo: Editora Ática 2006, p. 60-61

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa*. São Paulo: Ciência e Cultura, 1980.

MOREIRA, M. A. & MASINI, E. F. S. *Aprendizagem Significativa – A Teoria de Davi Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 2003.

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

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GILPÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da Educação em Ciência. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 1, p. 127-145, 2002a

PASQUALI, I. S. R. & AMORIM, M. A. L. Atividades Práticas: Despertando o Interesse pelas Aulas de Biologia. IN *52ª Reunião Anual da SBPC*. Brasília, 2000. CD-ROM.

SEVERINO, J. A. *Metodologia do Trabalho Científico*. São Paulo: ed. São Paulo, 2008.

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, 2000, p. 182-183.

SOLÉ, I. Disponibilidade Para Aprendizagem. IN: COLL, C; MARTIN, E; MAURI, T; MIRAS, M; ONRUBIA, J; SOLÉ, I; ZABALA, A. *O construtivismo na Sala de Aula*. São Paulo: Editora Ática 2006, p. 29-56.

SOUZA. S. S. P. *Atividades investigativas, como estratégia para o ensino-aprendizagem em ciências: propostas e aprendizagens*. Dissertação de mestrado, Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico da Universidade Federal do Pará, Belém, 2007, P. 29-30.

SILVA. D. J. A. *Aulas experimentais de química: Adequando-se o livro didático com a realidade dos estudantes de nível médio*. 1999. Disponível em: <http://www.sbgq.org.br/ranteriores/23/resumos/0269-1/index.html>. Acessado em: 23/01/2010

SANTOS, R.P.; PEÇANHA, A.L.S.; MILAGRES, E.C.A.G.; CRUZ, L.C; AZEVEDO, M.J.C.; OLIVEIRA, M.F.M.; BEHRISIN, M.C.D. & SELLES, S.E. *Atividades experimentais no ensino de biologia na escola básica. Atas do II EREBIO*, Niterói, R.J. agosto de 2003.

SOARES, E.CH., MELLO, I.C., PEREIRA, I.J.C. *Atividades experimentais nas aulas de química: A visão dos professores do ensino médio*. Disponível em: <http://www.ie.ufmt.br/semiedu2006/GT10Forma%E7%E3o%20de%20Professores/Poster/Poster%20Elane.htm>. Acessado em: 23/01/2010.

WELINGTON J. *Practical Work in Science*; Routledge, 1998. P.03-06. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?hl=pt->

[BR&lr=&id=F17H3uzXcOsC&oi=fnd&pg=PR8&dq=+Pratical+work+in+school+science:+Which+way+now%3F&ots=lhjKRAI7ex&sig=f3tL\\_eaMx3-](http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=F17H3uzXcOsC&oi=fnd&pg=PR8&dq=+Pratical+work+in+school+science:+Which+way+now%3F&ots=lhjKRAI7ex&sig=f3tL_eaMx3-)

[KOUR\\_3dzK9dHux50#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=F17H3uzXcOsC&oi=fnd&pg=PR8&dq=+Pratical+work+in+school+science:+Which+way+now%3F&ots=lhjKRAI7ex&sig=f3tL_eaMx3-KOUR_3dzK9dHux50#v=onepage&q=&f=false). Acessado em 27/01/2008

**8.0- APÊNDICE 01- QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM APÓS A REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS DO ANO DE 2008.**

**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM APÓS A REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS DO ANO DE 2008**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MESTRANDO: JÚLIO DE F. RODRIGUES DE MELO**

**ORIENTADOR: MARCELO BIZERRIL**

VOCÊ ESTÁ PARTICIPANDO DE UMA PESQUISA QUE VISA AVALIAR O MANUAL DE LABORATÓRIO UTILIZADO NO COLÉGIO JK, BEM COMO OS CONTEÚDOS ASSIMILADOS A PARTIR DAS AULAS EXPERIMENTAIS REALIZADAS NO ANO DE 2008.

PROCURE RESPONDER AS PERGUNTAS COM ATENÇÃO, TRANQUILIDADE E DA FORMA MAIS COMPLETA POSSÍVEL.

**OBRIGADO PELA COLABORAÇÃO!**

## **RELAÇÃO DOS EXPERIMENTOS REALIZADOS AO LONGO DE 2008**

### **1. REGRAS DE SEGURANÇA NO LABORATÓRIO.**

**Pergunta:** Uma das normas que visam à segurança pessoal no laboratório relaciona-se com a prevenção de acidentes com ácidos. Ao realizar um experimento, um aluno deixou cair um pouco de ácido na mão. Imediatamente alguém sugeriu que a região contaminada fosse lavada com água em abundância. Você concorda com esse procedimento? Justifique sua resposta.

### **2. MICROSCOPIA.**

**Pergunta:** Na aula prática sobre microscopia, você observou que determinados componentes da célula apresentaram-se coloridos. Explique o porquê dessa coloração.

### **3. OBSERVAÇÃO DE CÉLULAS EPITELIAIS DA MUCOSA BUCAL.**

**Pergunta:** Liste quais as principais diferenças que você observou ao microscópio entre uma célula animal e uma célula vegetal.

### **4. MICROSCOPIA, IDENTIFICAÇÃO DE PROTOZOÁRIOS.**

**Pergunta:** É possível visualizar diferentes tipos de protozoários, bem como suas estruturas locomotoras no microscópio óptico? Caso a resposta seja afirmativa, cite o nome de dois protozoários bem como suas estruturas locomotoras.

### **5. MEIO DE CULTURA PARA CRESCIMENTO DE BACTÉRIAS.**

**Pergunta:** Como você faria para demonstrar que bactérias existem em todos os ambientes no nosso dia-a-dia?



## **6. FILME, DOCUMENTÁRIO SOBRE RELAÇÕES ECOLÓGICAS.**

**Pergunta:** Relacione 05 exemplos de relações ecológicas que foram apresentadas no filme “Desafios da vida”.

## **7. AÇÃO DE DECOMPOSITORES SOBRE UMA BANANA.**

**Pergunta:** A ação de seres decompositores depende de certos fatores externos. Quais providências você tomaria para reduzir as chances de certos alimentos serem atacados por microorganismos? Justifique.

## **8. OBSERVAÇÃO DAS FASES DA MITOSE EM CÉLULAS VEGETAIS.**

**Pergunta:** Por que as células observadas nessa prática apresentavam-se com diferentes disposições dos cromossomos?

## **9. MUNDO DOS SERES VIVOS: A BIOSFERA (INTER-RELAÇÕES ENTRE OS PRODUTORES E CONSUMIDORES).**

**Pergunta:** Qual é a relação entre consumidores e produtores concernente à produção e consumo de gases respiratórios?

## **10. MONTANDO UM ECOSISTEMA ARTIFICIAL.**

**Pergunta:** Relembrando o ecossistema artificial que você montou, explique por que é de se esperar que, com o passar das semanas, as plantas e animais não morram, mesmo em um ambiente fechado.

**11.** A partir de 2003, foram coletados dados de uma população inicial de 20 capivaras em uma fazenda experimental. Durante os quatro anos seguintes, os determinantes populacionais variaram da seguinte maneira:

Determinantes populacionais	2004	2005	2006	2007
Natalidade	15	22	45	5
Mortalidade	5	8	5	15
Imigração	3	3	5	3
Emigração	3	3	2	23

- a) Esboce o gráfico que demonstra a flutuação da população de capivaras ao longo dos quatro anos.
- b) O que se pode concluir com a observação do gráfico?

## **9.0- APÊNDICE 02**

### **1. ROTEIRO DE ENTREVISTA COM OS PROFESSORES**

- 1) Para você, o que são aulas práticas?
- 2) Qual o papel das aulas práticas?
- 3) Como deve ser uma boa aula experimental?
- 4) Como é o comportamento dos alunos na aula prática ou experimental?
- 5) Qual a impressão que você tem dos alunos na aula prática em termos de satisfação?
- 6) Quais os principais ganhos dos alunos com as aulas práticas?
- 7) Como vê o papel da aula prática em fazer com que o aluno:
  - aprenda melhor os conceitos científicos.
  - desenvolva o senso de observação dos fenômenos a sua volta.
  - compreenda o processo de elaboração do conhecimento científico.
  - desenvolva capacidade para resolução de problemas.
  - desenvolva capacidade de comunicação (questionar, debater, relatar).
  - desenvolva capacidade de pesquisar em seus diferentes aspectos (registro análise e interpretação de dados).
  - desenvolva capacidade de manipular instrumentos.

### **2. ROTEIRO DE ENTREVISTA COM ALUNOS**

- 1) Fale sobre as aulas práticas de biologia que teve nesse ano. O que lembra de cada uma delas?
- 2) Qual a importância do laboratório?
- 3) Como são as aulas práticas e qual sua opinião sobre elas?
- 4) Como é utilizado o manual de laboratório?
- 5) Quais suas sugestões para melhoria das aulas práticas?

**3. ROTEIRO DE ENTREVISTA SOBRE A PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE A UTILIZAÇÃO DO NOVO MANUAL NAS AULAS PRÁTICAS.**

- 1) Vocês perceberam alguma diferença nas aulas de laboratório de Biologia neste ano de 2009?
- 2) Quais foram os experimentos realizados ao longo de 2009? Quais eram os objetivos dos experimentos realizados?
- 3) Como é realizado o relatório das aulas de laboratório?
- 4) Como o laboratório ajuda na compreensão das etapas da investigação científica?
- 5) Qual a importância das aulas de laboratório na aprendizagem dos conteúdos?

## **10- APÊNDICE 03: PRODUTO EDUCACIONAL**

Esse produto se configura como um manual de procedimentos que visa proporcionar a integração entre as aulas teóricas e práticas dentro de uma abordagem construtivista. Vale ressaltar que, assim como no desenvolvimento de qualquer pesquisa, na visão dos alunos há necessidade de primeiro conhecer aspectos teóricos para depois fazer a experimentação. As aulas cujos planos estão especificados a seguir procuram abordar os principais conceitos envolvidos nas atividades experimentais, tentando relacioná-los ao conhecimento prévio dos alunos, pois estes são de suma importância na incorporação de novos conhecimentos.

Para o professor que se preocupa com a aprendizagem significativa do aluno, é importante saber o que ele pensa acerca de determinado assunto. Assim, poderá sistematizar suas idéias, provocar debates e discussões entre o conhecimento sistematizado e o do aluno, permitindo ao aluno a oportunidade de construir o seu próprio conhecimento e despertando também o seu interesse. Alguns desafios são também propostos na forma de perguntas ou questionamentos que tem por finalidade conduzir os alunos na busca de uma estratégia experimental para discutir determinado processo ou fenômeno. Esses desafios devem ser acompanhados de momentos que possibilitem e valorizem a problematização, a inter-relação entre os conceitos em estudo e os pontos de vista dos alunos.

Deve-se tentar estimular os alunos a buscarem respostas para as questões que são apresentadas na forma de desafios e, não dar as respostas prontas, afim de desenvolver nos estudantes uma compreensão crítica sobre a investigação científica e sobre a natureza da ciência.

No caso das concepções sobre a natureza da ciência, isto não é diferente. Para que o estudante possa entender o processo de construção do conhecimento científico torna-se necessário considerar suas concepções de ciência, a fim de possibilitar práticas educativas que

promovam mudanças, quando necessárias. Entendemos que não é possível fazer uma aula experimental sem estar alicerçado em teorias que dêem suporte à investigação proposta.

Os alunos devem ser levados a refletir que a ciência é uma tentativa humana de descrever uma realidade, sendo, portanto, um conhecimento provisório, passível de sofrer modificações, pois está sujeita as virtudes e defeitos que envolvem os seres humanos em qualquer atividade que exerçam. Se apropriar dessa informação conduz certamente à aprendizagem científica e tecnológica.

A experimentação é de fundamental importância para a Ciência, mas deve-se tomar cuidado com suas interpretações, para que não se caia no erro da explicação indutivista e ingênua da ciência, que tudo pode ser explicado pela experimentação e isso se relaciona com generalizações que podem estar equivocadas, pois não se podem tirar conclusões precipitadas antes de se realizar um grande número de observações.

Os experimentos não foram elaborados com a intenção de provar ou demonstrar qualquer teoria, no entanto, consideramos que os objetivos propostos para a aprendizagem experimental podem falhar se o professor não considerar o conhecimento teórico e os saberes que os alunos apresentam no momento de realizar os experimentos.

. Vale lembrar que as estratégias de investigação científica propiciam o desenvolvimento de habilidades inerentes à construção do conhecimento científico como a observação, a análise, a experimentação, a resolução de dúvidas e a comprovação de resultados. Assim, a aula experimental pode, além de apoiar a aprendizagem dos conceitos científicos, desenvolver várias outras habilidades no estudantes tais como: o senso de observação dos fenômenos a sua volta; a compreensão do processo de construção do conhecimento científico; a capacidade para resolução de problemas; a capacidade de comunicação (questionar, debater, relatar); a capacidade de pesquisar em seus diferentes aspectos (registro, análise e interpretação de dados); a capacidade de manipular instrumentos.

Esse material está disponível para professores e pesquisadores que desejarem utilizá-lo.

O experimento 01 está associado ao processo de fotossíntese e visa resgatar a discussão sobre os reagentes e produtos da fotossíntese, bem como a importância do gás carbônico e da água para o processo. Serão necessárias quatro aulas para concluir esse experimento conforme especificado a seguir.

- Aula nº 01 destinada para fundamentação teórica e para elencar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto em questão.
- Aula nº 02 destinada para a realização dos experimentos, fazer as observações necessárias para coletar os dados e iniciar a confecção do relatório.
- Aula nº 03 destinada para a confecção do relatório.
- Aula nº 04 destinada para devolução dos relatórios corrigidos pelo professor e apresentação oral dos grupos acerca dos resultados do experimento. Cada grupo deverá utilizar aproximadamente cinco minutos na apresentação. O relatório por escrito deverá ser entregue no final dessa aula.

Esse procedimento poderá ser utilizado para os demais experimentos listados nesse produto ou para outros experimentos que se deseja realizar.

O experimento 02 está relacionado respiração celular e visa possibilitar o reconhecimento da relação entre os processos de fotossíntese e respiração celular e verificar também que tanto animais como plantas eliminam gás carbônico na respiração. Esse experimento também deverá ser desenvolvido em quatro aulas, conforme orientações acima.

O experimento 03 possibilitará a montagem e a observação de uma cultura de bactérias, bem como avaliar os benefícios e prejuízos que as bactérias podem trazer. Também

permitira resgatar algumas das relações entre as bactérias e o meio ambiente. Esse experimento também deverá ser desenvolvido em quatro aulas, conforme orientações acima.

### **Experimento 01: Fotossíntese**

1. **Objetivos:** Reconhecer os reagentes e produtos do processo de fotossíntese; Reconhecer a importância do gás carbônico como matéria-prima para o processo de fotossíntese realizado principalmente por algas e por vegetais.

### **Aula nº 01: Fotossíntese**

- a) **Questão problematizadora:** O que é a fotossíntese?

À medida que os alunos respondem, o professor registra no quadro e, posteriormente, discute com eles o texto da fundamentação teórica.

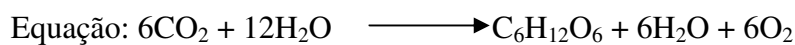
- b) **Fundamentação teórica:**

A fotossíntese é um dos processos biológicos mais importantes da Terra. É através desse processo que os seres vivos conseguem armazenar energia do Sol, nossa única fonte de energia, fixando o CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) e liberando O<sub>2</sub> (oxigênio) para atmosfera. O termo fotossíntese quer dizer literalmente: fazer (ou construir) com a luz. A fotossíntese e a quimiossíntese são os processos metabólicos utilizados pelos seres produtores ou autótrofos (que produzem seu próprio alimento) para sintetizarem seus componentes biológicos a partir de elementos inorgânicos. Estes organismos são a base da cadeia alimentar, do fluxo de energia na natureza. Lembremos do Princípio de Conservação da Energia, onde “a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada”. Os processos termonucleares de fusão que ocorrem no núcleo do Sol (formando o elemento Hélio) são os responsáveis pela energia radiante da luz solar. Na fotossíntese, a energia radiante da luz é utilizada para retirar



elétrons da molécula de água e adicioná-los ao dióxido de carbono, construindo compostos químicos ricos em energia, os chamados hidratos de carbono ou carboidratos, como o amido e a sacarose. Como resultante deste processo, muitos organismos autótrofos liberam oxigênio molecular na atmosfera.

*(Fonte: [www.inf.ufes.br/.../conc\\_basicos\\_ecologia\\_v1.pdf](http://www.inf.ufes.br/.../conc_basicos_ecologia_v1.pdf), com adaptações; acesso dia 02/02/2008)*



**Propondo desafios para que os alunos busquem as respostas e tragam para a próxima aula as possíveis soluções para os desafios:**

Para HODSON (1994), a aquisição de conhecimentos teóricos e conceituais são de fundamental importância para haver aprendizagem, logo essa etapa permitirá que os alunos realizem pesquisas extra-classe com a finalidade de resolver os desafios.

**Desafio nº 01.** Como verificar o consumo de CO<sub>2</sub> na fotossíntese?

**Desafio nº 02.** Como verificar a liberação de oxigênio durante a fotossíntese?

**Desafio nº 03.** Como observar a fotossíntese através da experimentação?

Discussão com os alunos

**Desafio nº 04.** Qual a melhor forma de verificar a presença de gases?

Conduzir a discussão com a finalidade de fazer os alunos perceberem que no meio aquático é mais fácil visualizar os gases.

**Desafio nº 05.** Colocar a planta em meio aquático é suficiente para evidenciar a fotossíntese e a produção de gases?

Estimular os alunos a fazerem um ensaio apenas com água pura e observar, certamente a disponibilidade de  $\text{CO}_2$  na água pura não será suficiente para permitir uma taxa de fotossíntese suficiente a ponto de liberar bolhas de oxigênio na água.

**Desafio n° 06.** Porque não foi possível evidenciar a produção de gases conforme equação?

Concluir que falta  $\text{CO}_2$  dissolvido na água em quantidade suficiente.

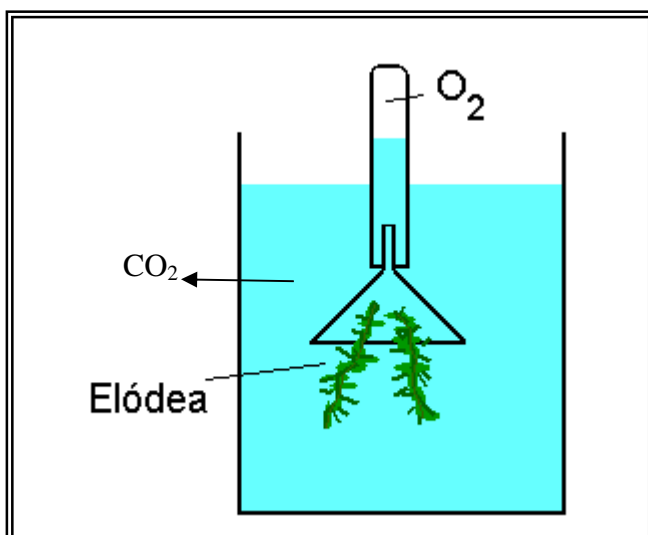
**Desafio n° 07.** Como aumentar a disponibilidade de  $\text{CO}_2$  para a planta?

Discutir as estratégias com os alunos e verificar com eles a possibilidade de adicionar bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ).

**Desafio n° 08.** Existe mais algum ajuste para melhorar a visualização dos gases?

Sugerir a adição de um funil de vidro para concentrar os gases, ao final do experimento, o seguinte sistema deverá ser montado.

**Esquema do experimento:**



Os alunos deverão fazer leituras e pesquisas em casa e trazer o material para elaboração do experimento na próxima aula.

## **Aula 02. Fotossíntese: Realização do experimento**

Essa aula será disponibilizada para a realização dos experimentos, fazer as observações necessárias para coletar os dados e iniciar a confecção do relatório.

**Aula 03 - Fotossíntese:** Essa aula será disponibilizada para a confecção do relatório.

A confecção do relatório deverá ser feita da seguinte forma: Em cada aula, um aluno do grupo será eleito pelo professor como coordenador do grupo. O coordenador não tem a função de elaborar o trabalho sozinho, mas de manter o grupo organizado, coordenando os debates e as respectivas falas, sendo o mediador entre o professor e o grupo e auxiliando nas delegações de funções. Todos os participantes devem trabalhar em equipe e efetivamente realizar as atividades estabelecidas, organizando e elaborando das informações percebidas durante os experimentos.

O professor deve Procurar estimular os alunos a pensarem nas etapas da pesquisa para confecção do relatório das aulas experimentais. Para tanto, sugerimos a utilização do seguinte roteiro de questões a serem respondidas durante a elaboração do relatório:

1. Qual o conhecimento envolvido na aula experimental?

Os alunos devem fazer leituras, pesquisas sobre o assunto e redigir uma lauda envolvendo o tema e sua relevância.

2. Que pergunta(s) o experimento se propôs a responder?

Os alunos devem identificar a pergunta geradora da pesquisa.

3. Como foi realizado o experimento?

Os alunos devem explicar detalhadamente cada etapa do experimento.

4. O que foi observado, e quais as conclusões do grupo sobre o experimento?

Além de descrever os resultados do experimento, os alunos devem relacionar a conclusão do relatório com a(s) resposta(s) da(s) pergunta(s) geradoras da investigação.

5. Indicar as leituras que foram feitas para finalizar esse trabalho.

Os professores devem então recolher os relatórios e devolvê-los aos alunos devidamente corrigidos. Deve ocorrer também a apresentação dos resultados do experimento por grupo. Essa apresentação será de forma oral (por sorteio de três grupos apenas para apresentar os resultados e também do apresentador entre os componentes de cada grupo). Essa estratégia tem por finalidade estimular todos os componentes do grupo a se inteirar daquilo que foi desenvolvido e verificado ao longo da atividade experimental.

O relatório escrito deverá ser entregue no final dessa aula!

**Aula 04 - Fotossíntese:** Devolução dos relatórios corrigidos pelo professor.

Apresentação oral dos grupos acerca dos resultados do experimento

Cada apresentação deverá durar aproximadamente cinco minutos.

### **Experimento 02. Respiração celular**

**Objetivo:** Reconhecer a relação entre os processos de fotossíntese e respiração celular; comprovar que os animais eliminam gás carbônico na respiração; Verificar que tanto os animais como as plantas eliminam gás carbônico.

### **Aula nº 01- Respiração**

a) **Questão problematizadora:** Qual é a relação entre consumidores e produtores concernente a produção e consumo de gases respiratórios? Utilizar as palavras abaixo para estabelecer as relações: Gás carbônico; Oxigênio; Fotossíntese; Respiração; Animal; Vegetal.

### **Fundamentação teórica: O carbono**

O carbono é um elemento básico na composição dos organismos, tornando-o indispensável para a vida no planeta. Este elemento é estocado na atmosfera, nos oceanos, solos, rochas sedimentares e está presente nos combustíveis fósseis. Contudo, o carbono não fica fixo em nenhum desses estoques. Existe uma série de interações por meio das quais ocorre a transferência de carbono de um estoque para outro. Muitos organismos nos ecossistemas terrestres e nos oceanos, como as plantas, absorvem o carbono encontrado na atmosfera na forma de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Esta absorção se dá através do processo de fotossíntese. Por outro lado, os vários organismos, tanto plantas como animais, liberam dióxido de carbono para a atmosfera mediante o processo de respiração. A libertação de dióxido de carbono via queima de combustíveis fósseis e mudanças no uso da terra (desmatamentos e queimadas, principalmente) impostas pelo homem constituem importantes alterações nos estoques naturais de carbono e tem um papel fundamental na mudança do clima do planeta.

(Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido\\_de\\_carbono](http://pt.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido_de_carbono), acessado dia **04/03/2008**).

### **Indicador da presença de $\text{CO}_2$**

Indicador é uma substância que mostra a presença de um composto químico mudando de cor. O azul de bromotimol é um indicador que toma coloração amarela em meio ácido. O dióxido de carbono é um gás que forma um ácido quando dissolvido em água. Assim, o azul de bromotimol funciona como indicador da quantidade de  $\text{CO}_2$  no ar. Ele se torna amarelo,

quando o pH se torna mais ácido. Assim, espera-se que a solução fique amarelada quando há respiração. O azul de bromotimol pode ser usado para indicar, indiretamente, a presença ou ausência de  $\text{CO}_2$ . A presença de  $\text{CO}_2$  na água de cal também altera sua constituição. Frutas e legumes contêm um corante que pode servir para a determinação da acidez ou alcalinidade. A solução de repolho roxo também funciona como um indicador universal, pois sua cor se altera em diferentes faixas de valores de pH.

**Propondo desafios para que os alunos busquem as respostas e tragam para a próxima aula as possíveis soluções para os desafios:**

**Desafio nº 01.** Que processo dos animais leva à produção de gás carbônico?

**Desafio nº 02.** Como evidenciar que os animais produzem  $\text{CO}_2$  utilizando: animal, frascos e indicador da presença de  $\text{CO}_2$ , água de cal?

**Desafio nº 03.** Os processos de fotossíntese e respiração ocorrem ao mesmo tempo? Como?

**Desafio nº 04.** Qual a diferença entre respiração intracelular e extracelular?

**Desafio nº 05.** Como verificar que eliminamos  $\text{CO}_2$  na respiração?

**Desafio nº 06.** Qual é a relação entre respiração e fotossíntese?

**Desafio nº 07.** As plantas também produzem  $\text{CO}_2$ ?

Discutir com os alunos as estratégias possíveis para elaboração de um experimento que possibilite verificar o que está sendo questionado. Estimular os alunos a fazer leituras e pesquisas em casa e trazer o material para elaboração do experimento na próxima aula.

## **Aula 02 – Respiração: Realização do experimento**

Essa aula será disponibilizada para a realização dos experimentos, fazer as observações necessárias para coletar os dados e iniciar a confecção do relatório.

Um dos experimentos que pode ser realizado para se verificar a presença do  $\text{CO}_2$  está descrito a seguir.

### Verificando a Presença de $\text{CO}_2$

É possível verificar a presença de gás carbônico na água por meio de uma reação que produz um precipitado.

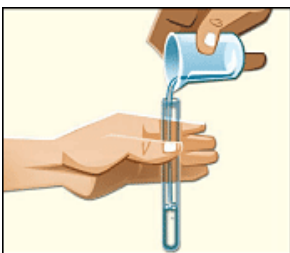
**Material:** 2 tubos de ensaio, 4 canudos plásticos, 1 béquer de 100 mililitros, 1 copinho com cal, 1 seringa com tubinho de borracha, 1 papel de filtro, 1 funil, 1 espátula e 1 copinho dosador.

### Procedimento

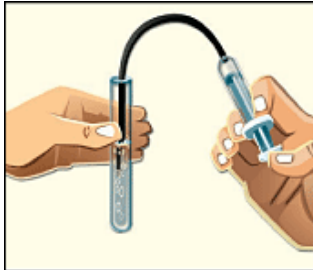
1. Ferva a água destilada em recipiente de vidro. Espere esfriar. Depois encha um copinho com essa água e dissolva duas espátulas cheias de cal e misture bem. Despeje a água de cal no funil forrado com papel de filtro e observe a solução (transparente) que cai no interior do béquer.



2. Coloque a água de cal filtrada em dois tubos de ensaio até mais ou menos 5 centímetros de altura.



3. Insira a borracha presa à seringa no interior de um dos tubos e injete ar pressionando o êmbolo. Depois, sopre através de um canudo no interior do outro tubo. Você observará alterações na coloração do líquido nos dois tubos.



FIGURAS COPIADAS DE: <http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/mar-nao-esta-pra-vida-476018.shtml>. Acesso no dia 29/01/2010

### **Aula 03 - Respiração**

Essa aula será disponibilizada para a confecção do relatório conforme já foi explicitado na aula número três do primeiro experimento (experimento sobre fotossíntese).

O relatório escrito deverá ser entregue no final dessa aula!

### **Aula 04-Respiração**

Apresentação e discussão da prática, cada grupo terá 05 minutos para expor suas conclusões.

Entrega do relatório corrigido pelo professor

### **Experimento 03: Observação de Bactérias**

**1. Objetivos:** Preparação de uma cultura de bactérias, observação direta das mesmas, avaliar os benefícios e prejuízos que as bactérias podem trazer; compreender algumas das relações entre as bactérias e o meio ambiente.



## **Aula nº 01- Bactérias**

### **a) Questão problematizadora:**

Todas as bactérias são prejudiciais aos seres humanos?

A medida que os alunos respondem o professor vai registrando no quadro e posteriormente discute com eles o texto da fundamentação teórica.

### **b) Fundamentação teórica:**

As bactérias são conhecidas desde 1674, mas a sua estrutura é ainda objeto de estudo, são os seres vivos mais simples do ponto de vista estrutural, e de menor tamanho, podendo ser conhecidas também como micróbios. As bactérias são microorganismos unicelulares, procariontes, e algumas causam doenças. São abundantes no ar, no solo e na água, e na sua maioria inofensivas para o ser humano, sendo algumas até benéficas.

Por serem microrganismos procariontes, não apresentam um núcleo definido, estando o seu material genético compactado e enovelado numa região do citoplasma chamada de nucleóide. As bactérias apresentam uma membrana plasmática recoberta por uma parede celular, o seu tamanho pode variar entre 0,2 a 5,0 micrômetros, sendo por isso observáveis apenas com o auxílio do microscópio.

**Propondo desafios para que os alunos busquem as respostas e tragam para a próxima aula as possíveis soluções para os desafios:**

**Desafio 01.** Todas as bactérias são prejudiciais ao ser humano?

**Desafio 02.** O oxigênio é imprescindível para desenvolvimento de bactérias?

**Desafio 03.** Quais as condições necessárias para o desenvolvimento de bactérias em um meio artificial?

**Desafio 04.** Como verificar se as condições discutidas acima são necessárias para o desenvolvimento das bactérias?

**Desafio 05.** Onde encontrar bactérias para iniciar o experimento? Em que local procurar?

**Desafio 06.** Em quais meios de cultura as bactérias não se desenvolvem? Explique o porquê.

Discussão para a montagem de um experimento que possibilite o crescimento de bactérias, os alunos deverão fazer leituras, pesquisas em casa e trazer o material necessário para elaboração do experimento e início do relatório.

Para o desenvolvimento deste experimento o professor poderá preparar com antecedência placas de Petri esterilizadas já contendo ágar ou gelatina. Certifique-se de que no dia do experimento os alunos não destampem as placas até que estejam prontos para começar. Peça então que eles abram cada um a sua placa e que a contaminem com os mais diversos elementos. Veja alguns exemplos: pó de giz, folhas, saliva, insetos mortos, grama, terra, sujeira das mãos, unhas, água etc. A contaminação deverá limitar-se a duas pequenas quantidades, uma em cada lado da placa.

O professor poderá, se preferir, reservar duas placas. Uma delas, para controle, deve permanecer lacrada. A outra, pode ser utilizada para mostrar aos alunos bactérias que habitam nosso corpo. Para isso, peça que um dos alunos passe um cotonete na língua e, em seguida, no ágar. Lacre-a e identifique-a. Deixe as placas em um local reservado para a cultura se desenvolver conforme indicação da figura a seguir.



FIGURAS COPIADAS DE: [http://www.expressaofoto.com/wp-](http://www.expressaofoto.com/wp-content/gallery/still/cultura-de-bacterias-thor-quimica-e-derivados-cuca-jorge.jpg)

[content/gallery/still/cultura-de-bacterias-thor-quimica-e-derivados-cuca-jorge.jpg](http://www.expressaofoto.com/wp-content/gallery/still/cultura-de-bacterias-thor-quimica-e-derivados-cuca-jorge.jpg)Aula

**02-** Essa aula será disponibilizada para a realização dos experimentos e fazer as observações necessárias para coletar os dados e iniciar a confecção do relatório.

### **Aula 03- Bactérias**

Essa aula será disponibilizada para a confecção do relatório conforme já foi explicitado na aula número três do primeiro experimento (experimento sobre fotossíntese).

O relatório escrito deverá ser entregue no final dessa aula.

### **Aula 04- bactérias**

Apresentação e discussão da prática, cada grupo terá 05 minutos para expor suas conclusões.

Entrega do relatório corrigido pelo professor.