



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIA**

ELIANE CERDAS LABARCE

**ENSINO DE BIOLOGIA E O DESENVOLVIMENTO DE
HABILIDADES COGNITIVAS POR MEIO DE ATIVIDADES
PRÁTICAS E CONTEXTUALIZADAS**

Bauru
2009

ELIANE CERDAS LABARCE

ENSINO DE BIOLOGIA E O DESENVOLVIMENTO DE
HABILIDADES COGNITIVAS POR MEIO DE ATIVIDADES
PRÁTICAS E CONTEXTUALIZADAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Área de Concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre sob a orientação do Prof. Dr. Jehud Bortollozi e Co-orientação da Prof^ª. Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira.

Bauru
2009

Labarce, Eliane Cerdas

O Ensino de Biologia e o Desenvolvimento de Habilidades Cognitivas por meio de Atividades Práticas e Contextualizadas. / Eliane Cerdas Labarce, 2009.

162f.

Orientador: Jehud Bortollozi

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2009

1. Ensino de Biologia. 2. Atividades Práticas. 3.Contextualização. 4. Habilidades Cognitivas I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

ELIANE CERDAS LABARCE

ENSINO DE BIOLOGIA E O DESENVOLVIMENTO DE
HABILIDADES COGNITIVAS POR MEIO DE ATIVIDADES
PRÁTICAS E CONTEXTUALIZADAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Área de Concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre sob a orientação do Prof. Dr. Jehud Bortollozi e co-orientação da Prof^ª. Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira.

Bauru, 13 de Fevereiro de 2009.

Banca Examinadora:

Presidente: Prof. Dr. Jehud Bortollozi

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – UNESP/Bauru

Titular: Prof^ª. Dra. Jandira Lília Biscalquini Talomani

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – UNESP/Bauru

Titular: Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior

Instituição: Universidade Estadual de Londrina

DEDICATÓRIA

Ao Pai Eterno,

porque qualquer trabalho só é fecundo sob as suas bênçãos.

Ao meu filho Héttore,

maior benção recebida, por quem sempre é válido o caminho percorrido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que tornaram possível a realização desse trabalho de pesquisa:

- aos meus orientadores, Prof. Dr. Jehud Bortollozi e Prof^a. Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira pela dedicação, incentivo e pelos ensinamentos valiosos.

- aos professores Fernando Bastos e Roberto Nardi, pelo acolhimento e contribuições valiosas.

- aos professoras da banca examinadora pelos direcionamentos e orientações feitas no exame de qualificação e defesa.

- aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação, pelos serviços prestados e pela amizade.

- aos diretores, coordenadores e alunos da escola onde a pesquisa foi realizada.

- aos colegas de trabalho e, em especial a Taitiany, Moisés, João, Lucas, Adriana e Marlon pela constante presença e amizade.

- a minha família, pais, irmãos, marido e filho pelo incentivo e compreensão da ausência.

Não é o desafio que define quem somos nem o que somos capazes de ser, mas como enfrentamos esse desafio: podemos incendiar as ruínas ou construir, através delas e passo a passo um caminho que nos leve à liberdade.

Richard Bach

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Respostas dos alunos sobre o que aconteceria com o vegetal enclausurado.	107
Tabela 2: Agrupamento das respostas sobre o comportamento do vegetal frente ao enclausuramento.	108
Tabela 3: Hipóteses levantadas pelos grupos de alunos sobre a realização da fotossíntese em vegetais que apresentam folhas coloridas.	117
Tabela 4: Análise dos desenhos realizados pelos alunos em aula de microscopia.	123
Tabela 5: Respostas dos alunos sobre como montar um controle para o experimento de fermentação realizado em aula.	127
Tabela 6: Propostas dos alunos para observação da variável “concentração de gás carbônico”, na realização da fotossíntese.	130
Tabela 7: Relações que foram estabelecidas, por meio da contextualização dos conteúdos, entre a disciplina Biologia e as outras disciplinas escolares, no que se refere ao conteúdo Energia.	137

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Atividades realizadas com os alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Jaú, no tratamento do tema Energia pela disciplina de Biologia.	84
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de montagem do experimento CDCC - São Carlos	88
Figura 2. Distribuição das respostas dos alunos quanto à liberação de energia em vegetais	98
Figura 3. Distribuição das respostas dos alunos quanto à liberação de energia em animais.	98
Figura 4. Agrupamento de palavras relacionadas ao termo Energia em porcentagem de ocorrência.	102
Figura 5. Agrupamento de palavras relacionadas ao termo Glicose em porcentagem de ocorrência.	102
Figura 6. Hipóteses levantadas pelos alunos com relação ao comportamento do vegetal enclausurado	108
Figura 7: Alunos realizando a maceração das folhas	118
Figura 8: Resultado da cromatografia de folhas roxas trazidas pelos alunos	118
Figura 9: Atividade prática sobre a fermentação alcoólica	125
Figura 10: Resultado da atividade prática: Fermentação alcoólica.	126
Figura 11: Esquema da relação entre os três fatores essenciais à aprendizagem das ciências.	127

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1. REFERENCIAL TEÓRICO DA PESQUISA	27
O Ensino de Biologia e sua Importância na Formação do Indivíduo	27
Desafios para o Ensino de Biologia	30
Atividades Práticas e Ensino e Aprendizagem de Biologia	32
A Contextualização no Ensino de Biologia.	50
Ensino de Biologia e o Desenvolvimento de Habilidades Cognitivas	59
2. OBJETIVOS	67
3. CARACTERÍSTICAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS DA PESQUISA	68
A Escola, Contexto da Pesquisa	74
O Contato com os Alunos	79
Metodologia Didática	80
Atividades Desenvolvidas	84
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	86
Narrativa e discussão das atividades	86
5. AGRUPAMENTO E ANÁLISE DAS SÍNTESES DE SIGNIFICAÇÃO FORMULADAS DURANTE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	142
6. CONCLUSÕES	151
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	158
ANEXOS	167

LABARCE. E. C. O Ensino de Biologia e o Desenvolvimento de Habilidades Cognitivas Por Meio de Atividades Práticas e Contextualizadas. **Dissertação de Mestrado**. Unesp, Bauru, 2009.

Resumo: A Educação sempre será motivo de preocupação em nossa sociedade. Com relação à Educação em Ciências, a preocupação engloba a necessidade de, por meio desse ensino, promover habilidades cognitivas que permitam aprendizagens mais duradouras. A nossa investigação faz parte de um Projeto mais amplo, que tem como meta a melhoria da qualidade de ensino oferecida por uma escola estadual de ensino médio e, conseqüentemente, uma mais significativa e integral formação de seus alunos. Durante a pesquisa, propusemos e conduzimos uma seqüência didática para a aplicação do tema Energia na disciplina de Biologia em um grupo de 21 alunos do 1º ano do ensino médio. O nosso objetivo foi, a partir dessa seqüência didática, baseada em atividades práticas e contextualizadas, verificar quais habilidades cognitivas, ou do pensamento, foram desenvolvidas pelos alunos durante o processo de ensino aprendizagem. Diante dos resultados obtidos, podemos concluir que as atividades práticas e contextualizadas contribuíram para a melhoria das habilidades cognitivas dos alunos, assim como para o desenvolvimento de novas linguagens e formalização de conceitos. Partindo das potencialidades dessas atividades e dos obstáculos que o professor enfrenta para realizá-las, em busca por melhores condições para os trabalhos práticos e contextualizados, este deve ultrapassar várias barreiras, que vão desde a organização física de um laboratório e a compra de material necessário à realização das atividades, até o envolvimento de colegas de outras áreas e a luta por conquistas políticas que lhe permitam trabalhar melhor.

Palavras-chave: Ensino de Biologia, Atividades Práticas, Contextualização, Habilidades Cognitivas.

LABARCE, E. C. The Biology Teaching and Development of Cognitive Skills Through Practice and Activities Context. **Master's Dissertation**. Unesp, Bauru, 2009.

Abstract: Education is always a concern in our society. Regarding Science education, concern includes the need to promote Science cognitive skills that allow more durable learnings. Our research is part of a larger project, which aims to improve the quality of education offered by a Brazilian public high school and consequently a more significant and integral formation of students. During research, we propose and conduct a didactic sequence for implementing the Energy theme in the discipline of Biology in a group of 21 students from 1st year of high school. From that didactic sequence, based on practical and contextualized activities, our goal was to verify which cognitive or thought skills the students developed during the process of teaching/learning. According to the research results, we can conclude that the practice and contextualized activities contributed to the improvement of cognitive skills of students as well as for developing new languages and formalization of concepts. Using the potential of these activities and the obstacles faced to teach them, teacher must in his search for better conditions for the practical and contextualized work to overcome several obstacles, ranging from the physical organization of a laboratory, the purchase of equipment necessary to perform activities, until the involvement of colleagues from other areas and the struggle for political victories, enabling him to work better.

Keywords: Teaching of Biology, Activities Practices, Context, Cognitive Skills.

INTRODUÇÃO

*“[...] A professora Dona Carola,
Muito antiga, na antiga escola,
Explicava e repetia
Porque a chuva, chovendo chovia.*

Dona Carola explicava, com uma voz que sabia o que dizia, era uma voz esganiçada, que baixava e que subia, ai, que voz tinha a Carola, falava, que agonia, falava, falava muito, logo depois repetia, repetia, que agonia, enquanto a turma ouvia, escutava, ai, sofria! Dizia Dona Carola, ditava, lia e relia, escrevia e copiava, mais uma vez explicava porque a chuva chovia.

Dizia Dona Carola, que chuva não era água de uma torneira que se abria:

[...]

*Pedroca ouvia calado, com cara de chateado,
Mas de tanto ouvir falar
De chuva, de pingo e mar
Foi ficando apertado,
Apertado, apertado,
Querendo também pingar,
Sentindo, ai, ui, de repente,
Ai, que vontade insistente de fazer pipi...URGENTE!*

(ORTHOF, Silvia. Um pipi choveu aqui, Global Editora, São Paulo 1998).

Em **Um pipi choveu aqui**, o personagem Pedro Pedroca vive a agonia de um expectador passivo da explicação repetitiva e enfadonha da professora, detentora do saber a ele imposto. Esse tipo de ensino, que considera o aluno uma “tábula rasa”, ou um balde a ser preenchido com conhecimentos cuja fonte está na figura do professor, vem há muito tempo sendo criticado por estudiosos da educação em geral.

No entanto, essas críticas e suas conseqüentes propostas parecem não terem alcançado efetivamente às salas de aula. Ainda nos dias atuais, o professor está muito preocupado em trazer as explicações científicas dos fenômenos, desprezando o conhecimento já construído pelo aluno em sua vivência cotidiana, ou seja, as percepções que surgem da experiência do indivíduo com fenômenos naturais. O resultado é um ensino desestimulante e sem significado, já que as explicações generalizadas sobre uma realidade hipotética, dificilmente, são reconhecidas pelos alunos como parte de suas vidas.

É muito comum considerarmos um bom profissional aquele professor que mantém seus alunos quietos e comportados durante as aulas, aquele que “domina a sala”. No entanto, se reais oportunidades de aprendizagem implicam troca de idéias, mediação e trabalho cooperativo, expor idéias próprias é uma habilidade que deve ser estimulada e desenvolvida, de uma maneira produtiva. Ao apresentar as respostas na forma de uma longa explicação conceitual, o professor pode estar desestimulando o aluno na busca de mais dados e informações importantes na construção de seus conhecimentos.

A idéia do oleiro que toma o barro e faz o pote é a analogia mais utilizada para idealizar o processo de educação. Tal qual o trabalho cuidadoso do artesão que

molda e forma a argila, assim é o trabalho do educador, um artesão que age com conhecimento sobre seu barro vivo, que é o educando. No entanto, da mesma forma que na relação do oleiro com o barro, a escola pode tanto formar como deformar sua matéria-prima, que neste caso, é um ser humano.

A ação educativa desenvolvida e os meios utilizados (metodologia, técnicas, conteúdos, relacionamentos) podem ajudar as pessoas a irem se libertando de tudo que as escraviza interior e exteriormente (...), mas pode também ser de natureza tal que mantenha as pessoas e os grupos em situação de dependência, manipulando-os como objetos e sujeitando-os às estruturas injustas (...) deixa de ser educação para converter-se em instrumento de dominação, de domesticação, responsável pela formação de homens e mulheres acomodados e alienados (WALLON, 1979, p. 344.).

A escola sempre foi considerada um espaço onde se guardavam as respostas para todos os problemas sócio-econômicos e culturais. A ela caberia a função de acabar com as mazelas sociais, as injustiças, a miséria, os preconceitos. Se por um lado, essa visão representa geralmente um equívoco, já que as distorções sociais são muito mais fruto da má distribuição das riquezas e falta de acesso às conquistas da ciência e da tecnologia, por outro lado a escola tem o papel histórico de promover conhecimento e de reduzir o distanciamento entre os que muito têm e os que nada têm (SANTOS, 2007). Dessa função a instituição escolar não pode prescindir.

O mundo acumula notáveis avanços tecnológicos e a escola não pode deixar de assumir sua responsabilidade de tornar acessível, a todos os indivíduos, os conhecimentos científicos necessários para viver e participar desse mundo, uma vez que são esses conhecimentos que contribuem para a ampliação da capacidade de compreensão e atuação do indivíduo. Nesse sentido, o ensino de Ciências deveria se constituir uma prioridade para o sistema educacional, já que é essencial para a edificação de uma população consciente e crítica diante de escolhas e decisões que toma (KRASILCHIK, 2004).

Se o conhecimento científico contribui para o entendimento e participação do cidadão em debates relacionados a temas diversos, deixa de ser um fator apenas de progresso na economia de um país e passa a ter um importante papel na construção de uma sociedade democrática.

No entanto, para que esse papel seja alcançado, é necessário que não só os objetivos do ensino de Ciências, mas, todos os fatores que pertencem ao âmbito educativo, entre eles, currículos, formação docente, sistemas de avaliação, pesquisas educativas e até mesmo a representação social da escola, os conteúdos que se ensinam e o contexto em que se ensina, sejam ressignificados e que as propostas que venham surgir, atinjam as salas de aula em todo o país. Embora as dificuldades e os problemas que afetam o sistema de ensino em geral e, particularmente o ensino de Ciências, não sejam recentes, tendo sido diagnosticados há muitos anos, levando diferentes grupos de estudiosos e pesquisadores a refletirem sobre suas causas e conseqüências, ainda persiste na maioria das nossas escolas a transmissão de informações desconexas e sem sentido para os alunos e a aplicação de projetos educativos, muitas vezes inadequados por serem realizados sem um aparato teórico conceitual que os sustentem.

O modelo tradicional¹ de ensino, por exemplo, durante séculos se limitou a transmitir conhecimentos sobre os produtos da Ciência, enquanto:

A ciência é muito mais uma postura, uma forma de planejar e coordenar pensamento e ação diante do desconhecido. O ensino de Ciências deve proporcionar a todos os estudantes a oportunidade de desenvolver capacidades que neles despertem a inquietação diante do desconhecido, buscando explicações lógicas e razoáveis, amparadas em elementos tangíveis. Assim, os estudantes poderão desenvolver posturas críticas, realizar julgamentos e tomar decisões fundadas em critérios tanto quanto possível, objetivos, defensáveis,

¹ Entendemos por modelo tradicional de ensino aquele centrado na figura do professor como único detentor do saber, o aluno por sua vez é uma “tabula rasa”, mero receptor passivo dos conhecimentos transmitidos pelo docente.

baseados em conhecimentos compartilhados por uma comunidade escolarizada, definida de forma ampla. Portanto, os **conteúdos selecionados pela escola têm grande importância e devem ser ressignificados e percebidos em seu contexto educacional específico** (BIZZO, 2002, p. 14, grifos nossos).

Para compreender as relações entre a ciência e a tecnologia na sociedade atual, é necessário um certo grau de conhecimento científico e de desenvolvimento de competências que permitam entender a ciência como patrimônio cultural das sociedades contemporâneas e um instrumento para ações e tomada de decisões.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) destacam que, um cidadão não pode ser crítico, se sua formação for alienada do conhecimento científico, pois vivemos numa sociedade que convive com a supervalorização do conhecimento científico e um cotidiano repleto de intervenções tecnológicas.

Diante disso, pode-se afirmar que atualmente se reconhece que a educação científica é importante tanto para o cientista como para o público em geral. A ciência é parte da cultura construída por homens ao longo da história e suas teorias são conquistas humanas, cujo acesso só é possível por meio do ensino específico que, por enquanto, só se pode realizar na escola. A cultura científica corresponde ao conjunto de modelos e teorias que a humanidade dispõe atualmente para responder às perguntas sobre os fenômenos que a cerca, para fazer previsões e modificar práticas. Mas é preciso lembrar que essa cultura continua sendo patrimônio de muito poucos e que o sonho de uma cultura científica para todos encontra-se bem longe da nossa realidade (SANMARTÍ, 2002).

O ensino tradicional de Ciências tem se mostrado pouco eficaz do ponto de vista dos estudantes, dos professores e da própria sociedade que critica a baixa qualidade de ensino. A escola não tem preparado os estudantes para o ingresso no mercado de

trabalho ou mesmo para ingressar em uma Universidade. Tampouco tem formado cidadãos cientificamente alfabetizados.

Entre as muitas dificuldades enfrentadas por aqueles que se propõem a ensinar Ciências estão as percepções que a maioria dos alunos apresenta sobre a própria ciência, e que constitui um obstáculo para a aprendizagem. Tarín e Sanmartí (1998) destacam que a maioria dos estudantes acredita que as ciências são um conhecimento muito difícil, ao alcance apenas dos mais “inteligentes”; que o manual didático apresenta apenas informações indiscutíveis que devem ser repetidas tal e qual; que as ciências são um conjunto de fórmulas, equações e termos que não têm nada a ver com a vida cotidiana, servindo apenas para aqueles que seguirão uma carreira científica; que a prática científica e a teoria são duas atividades totalmente diferentes, o que se observa é real e o que se pensa, ao contrário, são idéias de cientistas que precisam ser provadas; e que a ciência é formada por um conjunto de compartimentos pouco relacionados entre si (química, física, biologia, geologia, genética, fisiologia, etc.).

Para os autores, essas concepções que se encontram arraigadas, tanto em alunos quanto nos próprios professores, são fruto do contexto em que vivemos, que prioriza a veiculação de concepções muito estereotipadas da ciência e do próprio ensino oferecido pela escola, o qual tende mais a reproduzir estas concepções do que a renová-las.

Em geral, o ensino de Ciências é concebido como a transmissão de um conjunto de conhecimentos que formam a estrutura na qual se fundamenta cada disciplina científica. A forma como são elaborados esses conhecimentos e suas conseqüências no desenvolvimento social e cultural da humanidade têm uma importância secundária para a maioria dos professores, sendo aspectos utilizados somente para motivar os alunos ou para exemplificar. As relações da ciência com a compreensão dos problemas cotidianos

são percebidas pelos professores como algo indireto, não como finalidade do seu trabalho (SANMARTÍ, 2002).

Portanto, conseguir que os estudantes aprendam ciências e saibam utilizar esses conhecimentos prevê, antes de qualquer coisa, a mudança das concepções do que é e de como se aprende ciências. Sem essa mudança de base epistemológica, tudo aquilo que se faz em aula perde o sentido para os alunos.

Os vários problemas apontados nas pesquisas em ensino de Ciências, que constituem a verdadeira mola propulsora da formação ineficaz de milhões de jovens em nosso país, por arraigar concepções inadequadas da ciência e do aprender ciências, foram apontados por Guy Claxton (1994). Entre esses problemas, o autor destaca cinco.

Em primeiro lugar, a *fragmentação do ensino*, em que a compartimentalização dos saberes fragmenta conteúdos que seriam melhor compreendidos se fossem abordados sob uma visão mais holística ou global. Da maneira como o currículo é organizado e apresentado nos manuais didáticos, os conceitos científicos são abordados de forma autônoma, em capítulos distintos, em aulas distintas, em anos distintos, e se o professor não der a ênfase necessária às suas inter-relações, certamente o aluno, sozinho, não o fará.

Em segundo lugar, a *inutilidade*, ou seja, a ausência de relação com experiências ou questões que tenham sentido para os alunos. Embora alguns conteúdos científicos não apresentem uma finalidade diretamente observável, a maioria deles é passível de relações com o cotidiano dos alunos em questões que possibilitam um melhor entendimento dos mesmos. Isso não significa que o ensino deva ser imediatista e

pragmático, mas quando o professor faz as correspondências entre o conceito e o fenômeno observável, a compreensão é facilitada.

Claxton (1994) também aponta a *falsificação*, uma vez que são apresentadas aos alunos experiências em função de alguma teoria que já tenham aprendido para que a confirmem. Essas experiências se tornam para os alunos apenas um momento diferente da aula, mas não aprendem nada de novo, apenas reafirmam o que aprenderam na teoria e não fazem uma relação significativa entre a teoria e a prática da ciência.

Como quarto problema está a *dificuldade*, ou *abstraldade dos conteúdos* que, quando transmitidos aos alunos sem uma contextualização, dificilmente tornam-se ferramentas para a resolução ou levantamento de questões relacionadas à própria vida. Pede-se aos alunos que aprendam definições, idéias ou operações que eles não podem vincular ao mundo real nem a uma infra-estrutura válida para eles (CLAXTON, 1994). O resultado é que os alunos apenas memorizam os conceitos para a realização das avaliações, após as quais estes deixam de fazer qualquer sentido e são, muitas vezes, esquecidos.

Além desses, um quinto problema diz respeito ao *saber científico* que não corresponde exatamente ao *saber escolar*, sendo que esse último, embora correlacionado com o primeiro não é igual a ele. Chevallard (1985) chama de “*transposição didática*” o processo, nem sempre explícito, de reelaboração do saber científico para um saber escolar, no qual influem diversas intenções e finalidades. A ciência escolar não pode ser considerada como uma simplificação do conhecimento dos cientistas, pois tem a finalidade de reconstruir esse conhecimento de forma que possa ser aprendido significativamente pelo aluno. Além disso, ela precisa ser relevante, ou

seja, deve possibilitar às pessoas aprenderem a utilizar esse conhecimento para interpretar e transformar seu meio.

Na verdade, os professores parecem pouco conscientes das transformações que sofre um determinado conteúdo, quando este se apresenta aos estudantes. Por estar tão difundido o livro didático como principal instrumento que guia a seleção de conteúdos a ensinar e sua ordem, a ciência que se ensina é algo dado e não um objeto de reflexão ou discussão. Os livros ou manuais didáticos de todos os estados, ou mesmo de vários países, apresentam as mesmas experiências propostas, as mesmas analogias, exemplos e metáforas, além da mesma ordem de apresentação das idéias (SANMARTÍ, 2002).

Para essa autora, a ciência escolar é considerada como o resultado da retirada de tudo o que é muito complexo e abstrato do conhecimento científico. O didático é comparado ao simples. O que se deve ensinar são os saberes imutáveis e indiscutíveis, os que formam parte do núcleo duro de conhecimentos da Ciência. Ao mesmo tempo, os experimentos e os exemplos são selecionados em função de sua simplicidade e adequação ao modelo escolar que se quer transmitir, assim, os trabalhos práticos sempre têm que dar certo e ser ilustrativos. O ensino dos temas e conceitos é determinado, seguindo uma ordem linear, por exemplo, na Biologia se começa com os processos mais reduzidos, em nível celular, e depois vão sendo introduzidos os conteúdos mais gerais, sendo a ecologia e os processos que inter-relacionam os demais como a evolução biológica os últimos a serem ensinados, quando o são.

As formas clássicas de transposição didática consistem na escolha de um campo do saber, um modelo ou teoria científica e sua fragmentação em conceitos e procedimentos que se ensinam de forma separada e sequencial, através das diferentes lições do manual didático distribuídas segundo a lógica da disciplina.

A hipótese em que se baseia esta forma de transposição considera que se podem distinguir os conceitos básicos implicados em uma teoria ou modelo científico e uma vez aprendidos, em separado, o estudante poderá reconstruir o modelo científico, em uma versão simplificada. Acontece que o professor, assim como o autor do livro didático, quando fragmenta o conhecimento não perde a referência do modelo ou da teoria correspondente e, para ele, os conceitos selecionados têm sentido e estão bem inter-relacionados entre eles e com os fenômenos a explicar. Porém, para os estudantes, esta referência, ao não ser explícita, não existe, e os conceitos só têm significado por eles mesmos, como algo alienado e não relacionado com o tratado em outros capítulos ou tópicos. Pode-se afirmar que com este tipo de transposição didática, chamada por Sanmartí (2002), analítica, os conceitos e procedimentos selecionados são os que se ensinam e se avaliam, porém os modelos globais permanecem fora do campo de ensino.

Não podemos deixar de citar a dependência do professor em relação ao livro didático, em detrimento de sua própria função em sala de aula. O resultado disso tem sido a formação de alunos que deixam a escola com um conhecimento fragmentado e de limitada aplicação. A forma como a escola tem ensinado não os tornam acostumados a tomar decisões, a avaliar alternativas de ação crítica e independente, e a trabalhar em cooperação.

Atualmente, trabalham-se outras formas de transposição didática mais holísticas (SANMARTÍ, 2002), pautadas em uma visão de ciência em que as teorias e os fatos relacionados são o núcleo a partir do qual o conhecimento científico evolui, visão na qual a expressão das próprias idéias, a discussão e o debate têm um papel primordial. Esse outro olhar leva em conta que o tempo de aprendizagem não é simultâneo com o tempo de ensino, nem tão linear como deduzem os modelos mais analíticos. As

aprendizagens realizadas em outros contextos podem ser determinantes e muitas das reestruturações das relações entre os conceitos e, entre esses e os fatos, se produzem em momentos distintos daqueles em que se têm acumulado dados e relações. Desse modo, as teorias e modelos são algo que se vai construindo através de toda a escolaridade, inter-relacionando e hierarquizando cada vez mais idéias e observações.

(...) se puede decir que aprender ciencias es aprender a explicar un cierto tipo de historias, en las que cada vez más personajes, que hacen más cosas y en las que se van estableciendo más interrelaciones. Son historias que van confluyendo en una única historia y con final abierto (SANMARTÍ, 2002, p. 89).

Do ponto de vista desse autor, as expressões utilizadas para nomear as “personagens” que formam parte de um modelo, seja em nível macroscópico ou microscópico, evoluem em função da necessidade de expressar com a maior precisão possível as idéias, porém, sua aprendizagem não é um fim em si mesma, nem o principal objeto de avaliação. O fim da aprendizagem é ser capaz de contar histórias convincentes, ou seja, construir modelos congruentes com os da ciência, úteis para responder cada vez melhor a mesma pergunta ou a mais perguntas. E o objetivo do ensino é favorecer o processo de construção-evolução desses modelos.

De modo, convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades práticas como estratégia de ensino de Ciências tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Ciências de modo significativo e consistente (MORAES e MORAES, 2000).

Embora não possamos ignorar as dificuldades enfrentadas pelo professor, como as precárias condições de trabalho, a escassez de material e de recursos, a falta de tempo para elaborar materiais didáticos e até mesmo uma formação deficiente, é necessária a

atualização dos conteúdos e metodologias didáticas das disciplinas científicas, adequando-as aos currículos e programas voltados para educar os jovens da sociedade contemporânea que estão constantemente recebendo informações sobre temas científicos vinculados nos meios de comunicação. Assim, uma das principais funções da educação científica na atualidade é ajudar os alunos a desenvolver habilidades que permitam a construção de seu próprio conhecimento, independente do tempo ou local, ou seja, estimular os indivíduos a “aprender a aprender”.

A partir dessas constatações, a presente pesquisa tem como objetivo analisar uma seqüência didática elaborada para o tratamento do conceito de Energia, pela disciplina de Biologia, e aplicada com alunos do 1ºano do Ensino Médio de uma escola pública estadual da cidade de Jaú, interior de São Paulo. Com esta pesquisa, que teve sua gênese no projeto **A cultura da cana-de-açúcar e seus impactos ambientais, sociais, econômicos e culturais** implementado nessa escola, procuramos apontar pistas sobre como as estratégias de contextualização e uso de atividades práticas podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, essenciais à formação intelectual e científica dos alunos.

O projeto supracitado teve início, quando um grupo de professores de uma escola pública estadual de Ensino Médio da cidade de Jaú, após um diagnóstico inicial sobre o interesse de aprendizagem dos alunos, percebeu que eles ansiavam por aulas contextualizadas, abordando temas do seu dia a dia, bem como o uso de laboratórios didáticos para o ensino de conceitos científicos. A discussão dessas necessidades apontadas pelos alunos e outras levantadas pelo conjunto de professores da escola motivou esse grupo de professores a pesquisar metodologias para o ensino de conceitos científicos a partir de problemas complexos, presentes na realidade vivenciada pelos

alunos e professores daquela escola. Essas discussões culminaram na implementação de um projeto escolar formado por professores, pesquisadores da Universidade e a direção da escola, e contextualizado na produção de açúcar e álcool, importante atividade econômica presente na região. Posteriormente, esse grupo de profissionais recebeu apoio financeiro da Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), o que foi essencial para a reforma do laboratório didático, um importante elemento do projeto no que se refere às disciplinas científicas.

Conforme relatou Santos (2008), o projeto tem um importante papel na história da escola onde foi realizado e caminha rumo à interdisciplinaridade, seu objetivo maior. A autora analisa os passos seguidos pelos profissionais na elaboração do projeto, assim como as dificuldades de natureza diversas, a serem vencidas para sua concretização. Outros pesquisadores também participam das atividades, desenvolvendo investigações a respeito das ações do projeto e dando o suporte necessário aos professores da escola em termos de elaboração de atividades e suporte teórico.

A partir desses aspectos, consideramos de extrema importância a realização de pesquisas que focalizem o ensino de temas científicos segundo estratégias inovadoras, a fim de trazer subsídios para uma melhor formação científica dos alunos e para a discussão das questões da prática docente.

Esse texto está organizado da seguinte forma:

O capítulo I traz a importância de se aprender Biologia na atualidade, assim como, as dificuldades porque passam aqueles que se propõem a aprender e a ensinar essa disciplina. Partindo dessas dificuldades, apontamos as potencialidades da utilização

de atividades práticas e da contextualização dos conteúdos biológicos, principalmente no que se refere ao desenvolvimento de habilidades cognitivas.

O capítulo II trata dos Objetivos gerais e específicos da pesquisa realizada.

O capítulo III apresenta a Metodologia da Pesquisa, o caminho percorrido pela pesquisa desde as suas primeiras intenções, o contexto em que a investigação foi realizada, destacando a escola e seus participantes, a descrição das atividades desenvolvidas, e os critérios utilizados para a análise dos dados.

O capítulo IV apresenta o desenvolvimento de cada atividade realizada em particular, assim como algumas implicações relativas ao desenvolvimento dos conceitos trabalhados com a turma de alunos do 1º ano do Ensino médio e as habilidades cognitivas identificadas e sintetizadas.

O capítulo V apresenta as conclusões da pesquisa, procurando responder aos objetivos da mesma. Apresentamos as principais contribuições desta pesquisa sobre como as atividades desenvolvidas puderam contribuir com o desenvolvimento de habilidades cognitivas e da motivação dos alunos com relação ao aprender Biologia.

1. REFERENCIAL TEÓRICO DA PESQUISA

De acordo com o trabalho desenvolvido, apresenta-se a seguir alguns referenciais que orientaram o desenvolvimento da pesquisa e a análise dos dados coletados.

O Ensino de Biologia e sua Importância na Formação do Indivíduo

É consensual a importância que a educação tem na vida das pessoas. Quanto maior seu conhecimento, maior sua capacidade de relacionar-se com o mundo. Atualmente, vivemos num mundo comandado pela ciência e pela tecnologia, onde os conhecimentos científicos se tornam indispensáveis para que essa relação aconteça. Nesse início de século, a Biologia tem destaque entre as ciências, pois foi marcada profundamente pelos avanços científicos do século passado. Neste sentido, o ensino dessa ciência tem relevância incontestável para a vida de todo cidadão, e as escolas têm a missão de levar esse conhecimento indiscriminadamente, a todos.

Assim, pesquisadores como Krasilchik (2004, p. 11) entendem que o Ensino de Biologia tem, entre outras funções, a de contribuir para que:

Cada indivíduo seja capaz de compreender e aprofundar explicações atualizadas de processos e de conceitos biológicos, a importância da ciência e da tecnologia na vida moderna, enfim o interesse pelo mundo dos seres vivos. Esses conhecimentos devem contribuir, também, para que o cidadão seja capaz de usar o que aprendeu ao tomar decisões de interesse individual e coletivo, no contexto de um quadro ético de responsabilidade e respeito que leva em conta o papel do homem na biosfera.

Os efeitos da ciência e da tecnologia estão muito presentes na vida da sociedade, apresentando tanto vantagens como problemas na sua produção e uso, daí a ênfase dada ao papel do homem no ecossistema terrestre, e em situações que envolvem decisões éticas e sociais. “A qualidade do mundo, isto é, a qualidade de nossa vida sobre a Terra será dada pelo modo e uso na conquista do conhecimento” (CANIATO, 1989, p. 66).

De acordo Krasilchik (2004, p. 42), a finalidade do ensino de Biologia prevista nos currículos escolares é “desenvolver a capacidade de pensar lógica e criticamente”. Esse ideal, para a autora, dificilmente é alcançado uma vez que, na prática de sala de aula, a realidade que temos é de “um ensino diretivo, autoritário, em que toda a iniciativa e oportunidade de discussão dos alunos é coibida”. Para a autora, na verdade, o que estamos fazendo é apenas transmitindo informações.

O ensino de ciências pode contribuir para a construção do mundo que queremos (CANIATO, 1989; FREIRE, 1994; DELIZOICOV; ANGOTI, 1990; BACHELARD, 2001). O ato de educar implica uma visão de mundo e, por conseqüência, nosso modo de atuar nele, assim como de interferir no modo como as pessoas interagem e se relacionam com ele (MORAES, 2001). Aprender Ciências deve ser aprender a ler o mundo e a interagir com ele.

Para Caniato (1989), ler o mundo significa poder entender e interpretar o funcionamento da natureza e as interações dos homens com ela e dos homens entre si e, portanto, o mundo tem o tamanho de nossa capacidade de entendê-lo.

Nos países em desenvolvimento, a Biologia tem um papel ainda mais importante, uma vez que há muito a ser conquistado, desde ações educativas básicas na saúde, seja em espaços formais ou não formais de educação, passando por questões ambientais, até as tecnologias de ponta vivenciadas no campo da genética e da biotecnologia que caracterizam os dias atuais.

Dada a relevância da Biologia para a compreensão do mundo, é essencial que os professores compreendam o seu papel na formação dos indivíduos e busquem alternativas e estratégias de ensino que possibilitem formar uma visão de mundo integrada, e indivíduos conscientes da sua responsabilidade com relação a si mesmo, ao outro e ao mundo.

Assim, espera-se que ao completar o ensino médio, o aluno esteja “alfabetizado cientificamente” e, portanto, “biologicamente”, referindo-se a um processo contínuo de construção de conhecimentos necessários a todos os indivíduos que convivem nas sociedades contemporâneas (KRASILCHIK, 2004).

Além disso, é importante que o indivíduo seja capaz de pensar independentemente, adquirir e avaliar informações, aplicando seus conhecimentos na vida diária e desenvolvendo outros novos. A biologia pode, assim, contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas imprescindíveis para a autonomia dos indivíduos rumo ao conhecimento.

Com relação ao conceito de “alfabetização biológica”, Krasilchik (2004), admite quatro níveis: *nominal*, em que o estudante reconhece termos, mas não sabe seus significados biológicos; *funcional*, em que os termos memorizados são definidos corretamente, sem que os estudantes compreendam seus significados. Esse é, ainda hoje, o nível mais desenvolvido nos nossos estudantes, uma vez que os objetivos do ensino expressos nas formas de avaliação a que são submetidos os alunos (avaliação pontual, vestibulares, etc), determinam a valorização dessa forma de aprender; *estrutural*, quando os estudantes são capazes de explicar adequadamente, com suas próprias palavras e baseando-se em experiências pessoais, os conceitos biológicos; e *multidimensional*, quando os estudantes aplicam o conhecimento e as habilidades adquiridas, relacionando-os com conhecimentos de outras áreas para resolver problemas reais.

É claro que um aluno só será um indivíduo alfabetizado biologicamente se tiver desenvolvido o nível da multidimensionalidade do conhecimento biológico e, nesse caso, a forma como o conhecimento é tratado pelo professor de Biologia em suas aulas, será decisivo no alcance do aluno a tal nível.

Desafios para o Ensino de Biologia

O ensino de Biologia, assim como de outras ciências, reflete os problemas sociais, os objetivos políticos das sociedades em que se inserem. Assim, embora o grande desenvolvimento científico das décadas de 50 e 60 tenha originado um ensino calcado na esperança depositada na ciência para a solução dos problemas da humanidade e, paradoxalmente, dos problemas decorrentes do uso da ciência e da tecnologia, a emergência de enormes problemas sociais, na década de 70, demonstrou que essas esperanças eram infundadas (KRASILCHIK, 2004).

Segundo Krasilchik (2004), a Biologia ganhou, diante disso, outras funções além daquelas que já desempenhava no currículo escolar, ou seja, a de preparar os jovens para enfrentar e resolver problemas, alguns dos quais nítidos componentes biológicos como aumento da produtividade agrícola, preservação do ambiente, violência, etc. Incluíram-se a esses objetivos, aprender conceitos básicos, analisar o processo de investigação científica e analisar as implicações sociais da ciência e da tecnologia, além de discutir a informação científica com base num conjunto de princípios éticos e morais individual e socialmente construídos.

Acontece que, tradicionalmente, a Biologia tem sido ensinada como um conjunto de fatos, descrição de fenômenos, enunciados e conceitos a decorar. Não se procura fazer com que os alunos discutam as causas dos fenômenos, estabeleçam relações causais, enfim, entendam os mecanismos dos processos que estão estudando. Na forma de ensino tradicional, a modalidade didática mais comum no ensino de Biologia é a aula expositiva, que tem como função informar os alunos. De uma maneira geral, os professores repetem os livros didáticos, enquanto os alunos ficam ouvindo. O resultado desse ensino é que para muitos alunos o que poderia ser uma experiência estimulante se torna um fardo.

Embora existam argumentos de ordem pedagógica para justificar o uso de aulas expositivas em certos momentos de um curso - elas permitem ao professor transmitir suas idéias, enfatizando os aspectos que considera importante, servindo, portanto, para introduzir um assunto novo, sintetizar um tópico, ou comunicar experiências pessoais do professor – a preponderância desse tipo de atividade sobre outros tipos que podem ser realizados em uma sala de aula, se deve principalmente ao fato de que esse é um processo econômico, permitindo a um só professor atender a um grande número de alunos, conferindo-lhe, ao mesmo tempo, grande segurança e garantindo-lhe o domínio da classe, mantida quieta, sem quaisquer manifestações (KRASILCHIK, 2004).

É claro que uma aula expositiva dada por um bom professor pode ser uma experiência informativa divertida e estimulante, mas, na maioria dos casos, nossa formação discente revela que ela é cansativa e pouco contribui para a formação dos alunos, pois é geralmente mal preparada, os professores não estabelecem relações causais, o uso de exemplos e analogias, ou é excessivo ou não é utilizado, os professores pretendem dar mais conteúdo do que é possível pelo tempo disponível, prejudicando o resultado global ou total dos processos. Além disso, dificilmente essas atividades são iniciadas com uma introdução capaz de motivar e atrair a atenção dos estudantes.

Diante do exposto, é possível dizer que a principal característica do ensino da biologia é a passividade dos alunos, pois é feito de forma expositiva, autoritária, livresca, mantendo os estudantes passivos, intelectual e fisicamente. Mesmo quando são apresentados materiais, espécimes, instrumentos, eles podem se manter passivos do ponto de vista mental (KRASILCHIK, 2004). O aprendizado de Biologia, como das outras ciências, inclui não só a habilidade de observação e manipulação, como muitos pensam, mas também a especulação e a formação de idéias próprias, e o

desenvolvimento da capacidade de aprender mais e melhor. Assim, é essencial a integração de cada um dos alunos no processo de estudo.

Krasilchik (1987), relatou vários problemas associados ao ensino de Ciências, dentre os quais, destacaremos dois:

1) A falta de trabalhos práticos: é uma justificativa sempre presente, tanto por parte dos professores, quanto de alunos, para a deficiência do ensino de Ciências e Biologia, aparecendo em várias formas, como a falta de laboratório didático, escassez de recursos, dificuldade de obtenção de substâncias, espécimes ou equipamentos, ou envio inadequado de materiais pela Secretarias de Educação por meio de concorrências feitas sem consulta aos docentes sobre suas necessidades.

2) Falta de vínculo com a realidade dos alunos: assim, a disciplina se torna irrelevante e sem significado, pois não se baseia no conhecimento que os jovens trazem de forma intuitiva, e não é ancorada no seu universo de interesses. O abismo entre o que é ensinado nas aulas e o que interessa aos alunos aumenta a cada dia, limitando o rendimento do ensino.

De forma inversa, a necessidade de aulas práticas, assim como o uso de exemplos, analogias e atividades que contextualizem os conteúdos de maneira a promover a sua relação com a realidade dos alunos, têm sido apontados nas propostas de inovação para tornar o ensino de ciências mais atrativo e relevante, capaz de contribuir para a autonomia dos indivíduos com relação ao conhecimento. É sobre esses dois aspectos que nos deteremos a seguir.

Atividades Práticas e Ensino e Aprendizagem de Biologia

O ensino prático foi introduzido nas escolas superiores no século passado e a partir de então, veio ganhando espaço nos programas escolares, sendo considerado importante para um bom ensino. Segundo Krasilchik (1987) as justificativas para a

necessidade de aulas práticas foram sendo alteradas ao longo das mudanças de objetivos do próprio ensino de Ciências, passando desde uma forma de ilustrar e comprovar o que era aprendido nas aulas teóricas até a função de vivenciar o processo de investigação científica. Embora os motivos para os exercícios práticos tenham mudado ao longo do tempo, a necessidade do aumento de aulas de laboratório sempre foi apontada como uma parte da solução para as dificuldades do ensino de Ciências.

O conceito de atividade prática na literatura educativa não é consensual, sendo que várias denominações são usadas para tal: atividades experimentais, experimentos, atividades práticas, trabalho de laboratório, experiências, entre outros. Nesta pesquisa utilizamos a definição de Perales Palácios (1994, p.122) que considera a atividade prática como “um conjunto de atividades manipulativo-intelectuais com interação professor – aluno – materiais”. Incluindo-se, aqui, os trabalhos ou saídas a campo e os experimentos mentais ou conceituais em que não há manipulação de materiais.

Perales Palácios (1994, p.122), afirma que o trabalho prático pode ser abordado sob diferentes critérios. Assim, por seu âmbito de realização, podem ser *práticas de laboratório, práticas de campo, práticas caseiras*. Por sua forma de resolução, podem ser classificados em *abertos* (por permitir várias soluções, estratégias e ações do professor), *fechados* (do tipo “receita”) ou *semiabertos*. Ainda se podem classificar as atividades práticas segundo seus objetivos didáticos e nesse caso, serão *para promover o desenvolvimento de habilidades e competências; para realizar a verificação de uma lei ou teoria, para o levantamento de idéias prévias, indutivos e os investigativos* (que integram os anteriores, em uma estratégia mais geral de trabalho).

O uso das atividades práticas ou experimentais tem sofrido grande variação na medida em que diferentes concepções do que é ciência, diferentes tendências pedagógicas e diferentes aportes teóricos preponderam no discurso dos educadores.

Conforme mostram Garcia Barros et al. (1998), os objetivos das atividades práticas nos diferentes currículos estão de acordo com o modelo de ensino ao qual se integram.

Assim, se o modelo é o de transmissão-recepção, as atividades terão o objetivo de exemplificar a teoria e, portanto, o tempo dedicado a elas será escasso. Essas atividades representam um complemento do ensino verbal, uma oportunidade para o desenvolvimento manipulativo, para a verificação da teoria e domínio de cálculo e erro. Os trabalhos práticos constituem os instrumentos mais importantes para sua articulação, mas são contemplados como uma atividade sem objetivos didáticos explícitos, sem conexão espaço-temporal, carentes de oportunidades de criação pelo aluno e sem significado.

Por outro lado, no modelo de ensino por descoberta, as atividades práticas são consideradas essenciais e, portanto, o tempo dedicado a elas é grande já que o objetivo é aprender ciências “fazendo ciências”. O modelo de ensino por descoberta surgiu como reação à insuficiência do modelo tradicional, com ênfase nos procedimentos científicos e sua relação psicológica, isto é, a aquisição de habilidades por parte dos alunos. Seu objetivo primordial é pôr o aluno em situação de aplicação do método científico em situações experimentais que passaram a ter um papel principal, ou seja, o aluno mediante a experimentação poderia descobrir as leis e teorias implicadas. Nesta linha de pensamento, as atividades experimentais deveriam ser indutivas e abertas ou semiabertas. No entanto, ao querer dotar o experimento de uma solução única, ele acabou sendo transformado em uma atividade muito dirigida (CAÑAMANO, 1995).

Em ambos modelos de ensino, García Barros et al. (1998) mostram que as atividades experimentais vêm sendo continuamente criticadas por serem deficientes na: motivação dos alunos (BASTIDA DE LA CALLE et al., 1990; HODSON, 1990, 1994; GIL e PAYÁ, 1988); no favorecimento da aprendizagem de conceitos científicos

(HODSON, 1990, 1994); no desenvolvimento de habilidades e procedimentos investigativos (GIL e PAYÁ, 1988; HODSON, 1990, 1994; TAMIR e LUNETTA, 1981; MIGUÉNS e GARRET, 1991); na promoção de uma imagem adequada das ciências experimentais e da investigação científica (HODSON, 1990; GIL e PAYÁ, 1988).

No entanto, grande parte dessas críticas é resultado das interpretações simplistas que se faz das atividades práticas, tanto pelos idealizadores dos modelos de ensino acima citados, quanto pelos professores que ocasionalmente os realizam. Alguns professores ainda apresentam uma visão de aprendizagem, considerando que ela pode ser alcançada através do trabalho autônomo do aluno. Essa representa uma visão ingênua e reducionista do trabalho científico, pois considera que o aluno pode “investigar sozinho”. As atividades associadas ao ensino por descoberta foram intensamente criticadas nesse sentido (GIL, 1983; HODSON, 1988; HODSON, 1994).

As aulas de laboratório têm, para Krasilchik (2004), um lugar insubstituível nas aulas de biologia, pois desempenham funções únicas: permitem que os alunos tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando os organismos. Na análise do fenômeno biológico, verificam concretamente o significado da variabilidade individual e a conseqüente necessidade de se trabalhar sempre com grupos de indivíduos para obter resultados válidos. Além disso, somente nas aulas práticas, os alunos enfrentam os resultados não previstos, cuja interpretação desafia sua imaginação e raciocínio.

Infelizmente, em lugar de a aula prática dar ocasião para o aluno se defrontar com o fenômeno biológico sem expectativas predeterminadas, a autora relata que oportunidade é muitas vezes perdida, porque as atividades são organizadas de modo que o aluno siga instruções detalhadas de como fazer para encontrar as respostas certas e

não para resolver problemas, reduzindo o trabalho de laboratório a uma simples atividade manual.

Assim, podemos dizer que o envolvimento do aluno na atividade prática depende da forma como o problema é proposto e das instruções e informações fornecidas pelo professor aos estudantes. O mesmo assunto pode ser usado num exercício que apenas vise a confirmação de uma teoria, ou como objeto de pesquisa.

Vários sistemas têm sido elaborados para classificar os exercícios de acordo com os critérios de liberdade concedida aos alunos para sua execução. Geralmente, são reconhecidos quatro graus de liberdade: no *primeiro nível*, os alunos recebem o problema e as instruções para sua execução e apresenta os resultados esperados. No *segundo nível*, os alunos recebem o problema e as instruções sobre como proceder. No *terceiro nível* é proposto apenas o problema, cabendo aos alunos escolherem os procedimentos, coletar dados e interpretar. E no *quarto nível*, os alunos devem identificar um problema que desejam investigar, planejar o experimento, executá-lo e chegar até as interpretações dos resultados (KRASILCHIK, 2004).

Para essa autora, no decorrer de um curso de biologia é preciso que sejam feitos exercícios de vários níveis garantindo-se que haja oportunidade para que o aluno autonomamente tome decisões. No entanto, qualquer que seja o tipo de exercício, deverá ser seguido de uma discussão geral dos resultados obtidos, do contrário, a atividade ficará reduzida apenas a uma manipulação do equipamento, sem nenhum raciocínio.

O modelo construtivista, por sua vez, considerado aqui, um modelo de ensino que concebe a aprendizagem como um processo individual, dinâmico e significativo e, portanto, relacionado com o conhecimento prévio do aluno, sugere metodologias sócráticas, expositivas, por geração de conflito ou por investigação (PERALES

PALÁCIOS, 1994). Essa visão do processo ensino-aprendizagem converte os trabalhos práticos em “pequenas investigações” em torno de problemas teóricos explicitamente planejados (GIL, 1993), entendendo-se que não há experimentos, sem conteúdos (GONZÁLEZ, 1992).

Um modelo de ensino deve ter coerência interna, já que cada atividade de ensino deve apoiar-se nas restantes de tal forma que constitua um corpo de conhecimentos que integre os distintos aspectos relativos ao ensino e aprendizagem de Ciências (HODSON, 1992). Além disso, deve incluir as idéias construtivistas de que a aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos requer a participação dos estudantes na (re)construção dos conhecimentos, que habitualmente se transmitem já elaborados, e superar os reducionismos e visões deformadas da natureza das Ciências (CARVALHO, 2004). Como afirmam Driver e Oldham (1986), a mais importante contribuição do modelo construtivista talvez seja reconhecer o currículo como um programa de atividades através das quais os conhecimentos e habilidades podem ser construídos e adquiridos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM, que foi reformulado pelo MEC (BRASIL, 2002), ao criar os PCN⁺EM chamou a atenção dos professores para necessidade de maior articulação entre as áreas do conhecimento. Segundo esse documento, as competências previstas devem desenvolver nos alunos a capacidade de “utilizar-se de diferentes meios – observação por instrumentos ou à vista desarmada, experimentação, pesquisa bibliográfica, entrevistas [...] para obter informações sobre fenômenos biológicos” (BRASIL, 2002, p. 36).

No entanto, além da falta de capacitação do professor, há também o problema de que a maioria dos manuais de apoio ou didáticos disponíveis para auxílio do trabalho dos professores consiste, ainda, de orientações do tipo “receitas de bolo”, associadas

fortemente a uma abordagem tradicional de ensino, ou seja, restritas a demonstrações fechadas e a laboratórios de verificação e confirmação da teoria previamente definida, o que, sem dúvida, esta muito distante das propostas atuais para um ensino de Ciências concernente com as finalidades do ensino no nível médio.

Os trabalhos práticos não devem substituir as aulas expositivas, mas, ao contrário, complementá-las ao surgir como uma oportunidade de investigar problemas de especial interesse emergidos no desenvolvimento da aula.

A avaliação nesse processo deve acontecer de forma contínua durante todo o trabalho e deve, portanto, ser formativa, mediante a utilização questionários de observação e sensível às habilidades e aos conceitos que o professor pretende que o estudante alcance, incluindo a participação e o trabalho em equipe (HODSON, 1992).

As principais funções das aulas práticas reconhecidas na literatura sobre o ensino de ciências são, conforme Hofstein e Lunnetta (1982):

- Despertar e manter o interesse dos alunos
- Envolver os estudantes em investigações científicas
- Desenvolver a capacidade de resolver problemas
- Compreender conceitos básicos
- Desenvolver habilidades.

Um dos maiores desafios que o professor atual, em especial os que trabalham com o ensino médio, tem que enfrentar para garantir a qualidade do seu trabalho e promover a aprendizagem, de qualquer disciplina que seja, é a falta de interesse dos alunos, principalmente no ensino médio, devido à fase de adolescência por que passam esses alunos. Esta é a idade dos primeiros relacionamentos amorosos, as “baladas” e os relacionamentos virtuais, portanto, a escola torna-se pouco atrativa, rotineira e é vista apenas como o local onde se cumpre a obrigação imposta pelos pais de concluir o

“segundo grau”. Nas escolas públicas esse desinteresse é ainda maior, uma vez que a maioria dos alunos não tem perspectivas de ingresso em universidades ou de seguir de uma carreira que demande estudos posteriores.

Independente das causas associáveis a esse desinteresse de milhares de alunos em nossa sociedade, deve-se reconhecer que há uma relação de dependência entre estratégias eficientes e a capacidade das mesmas em potencializar a motivação de grande parte dos alunos (LABURÚ, 2006). Charlot (2000) também argumenta que qualquer aula interessante comporta uma relação com o saber, logo, com o aprender. Atrair os alunos para o estudo a ser realizado constitui, conseqüentemente, um desafio para o professor e a escola.

Alguns autores (STRIKE e POSNER, 1992; PINTRICH et al., 1993) reforçam esses preceitos, mostrando que é possível encontrar indicações de estudos na psicologia cognitiva que apontam para a influência indispensável de vários fatores psicológicos subjetivos como, por exemplo, a motivação. Um evento educativo, ao envolver uma ação de troca de significados, abarca pensamentos e condições afetivas, estas últimas traduzidas em sentimentos e emoções do aprendiz e do professor e, dificilmente, haverá ganho em compreensão, quando a experiência afetiva não for positiva e intelectualmente construtiva (NOVAK, 1996).

É um dos principais aspectos da proposta construtivista para a educação científica, que o aprendiz seja o protagonista da sua aprendizagem, devendo ser um sujeito ativo na construção do conhecimento. Nesse caso, um aluno desinteressado e desmotivado nunca será ativo no processo e, de acordo com essa premissa, não haverá qualquer construção cognitiva. Conseqüentemente, qualquer metodologia que vise a construção e, portanto, o envolvimento do indivíduo com sua aprendizagem, deve ter em conta a necessidade de vir a motivar o aprendiz para o que vai ser ensinado.

Ainda citando Novak (1996), podemos dizer que o ser humano, além de pensar e agir, também sente e, portanto, um evento educativo que considere esses três fatores estará compromissado com uma aprendizagem significativa.

Nesse sentido, destaca-se o papel da motivação, definida como um estado psicológico fundamental que dá direção a um fim. Na teoria lógico-formal de Piaget (1977), a importância da motivação é revelada com a afirmação de que o motor essencial do desenvolvimento cognitivo são os desequilíbrios externos e internos, ou seja, as contradições, cujas razões são necessariamente, motivacionais.

Entre professores de ciências, é senso comum que atividades experimentais geralmente carreguem grande expectativa para os alunos. Na verdade, a maior parte das pesquisas com atividades práticas que consultamos, focam apenas o fator motivacional que elas podem estimular. De fato, entre as muitas possibilidades que um professor de ciências tem ao seu alcance para prender a atenção dos alunos em sala de aula, as atividades práticas interessantes têm um papel relevante. Além disso, White (1996) comenta que eventos vívidos e raros não são esquecidos, portanto, o uso de apropriadas atividades que estimulem o aluno em sala de aula pode ser uma estratégia eficiente que o ajude a engajar-se no conteúdo.

Dentre os diversos aspectos que Araújo e Abib (2003) salientam com relação às atividades experimentais, destaca-se o fato destas - mesmo aquelas de demonstração ou ilustração, tão criticadas nas pesquisas em ensino de ciências - despertarem o interesse do aluno para o tema que será abordado. Nesse caso, além de ilustrar um determinado fenômeno, podendo contribuir para a compreensão de diversos aspectos relacionados ao mesmo, esse tipo de atividade demanda um curto espaço de tempo para a sua realização e pode ser facilmente integrada a uma aula com ênfase expositiva, sendo utilizada como um fechamento da aula ou como seu ponto de partida.

Uma modalidade de uso de atividades práticas, que pode despertar facilmente o interesse dos estudantes, relaciona-se à ilustração e análise de fenômenos básicos presentes em situações típicas do cotidiano. Estas situações são consideradas como fundamentais para a formação das concepções espontâneas dos estudantes, uma vez que se originariam a partir da interação do indivíduo com a realidade do mundo que o cerca.

Reconhecendo as limitações de toda atividade de demonstração, uma vez que essas situações em geral são fechadas e definidas pelo que se quer mostrar, é essencial (e possível) que essa atividade propicie condições para que haja reflexão e análise dos conteúdos abordados (ARAÚJO e ABIB, 2003). Dificilmente um estudante se mantém interessado se não percebe a pertinência ou utilidade do conteúdo do curso ou se o conteúdo não tiver para si significado algum, sendo tratado inteiramente de forma mecânica e abstrata; ou, ainda, se o grau em que ele for capaz de situar a tarefa no contexto de sua experiência é inexistente; se for incapaz de determinar as implicações futuras de sua realização; se o estilo de ensino for de ritmo monótono e estiver baseado somente na memorização não voluntária (MOREIRA, 1999) ou na reprodução.

Assim, do ponto de vista do ensino, é importante considerar, em alusão à atividade empírica de perfil motivador, que esta deve ser encarada como uma das componentes dentro de uma estratégia mais global de ensino, sem deixar de reconhecer a sua curta influência, porém significativa, como promotora da aprendizagem.

Compartilhando com o pressuposto de que motivação e cognição se inter-relacionam, que influenciar o interesse dos estudantes nas matérias escolares ativa-lhes o nível de atividade cognitiva, engajando-os cognitivamente (GRANER et al. *apud* PINTRICH et al. 1993), e lembrando que toda mobilização cognitiva que a aprendizagem requer nasce de um interesse, de uma necessidade de saber (TAPIA e

FITA, 2001), alguns autores (BZUNECK, 2001; LABURÚ, 2006) entendem o fator motivacional como uma importante variável para a aprendizagem.

Estudiosos em motivação dividem-na em duas categorias conceituais: motivação extrínseca e intrínseca (GUIMARÃES, 2001). A primeira é definida como motivação para trabalhar em resposta a algo externo à atividade, para a obtenção de recompensas materiais ou sociais ou de reconhecimento. Na escola, especificamente, a motivação extrínseca destaca-se pela avaliação de atividades, sendo que o aluno se envolve na tarefa para alcançar resultados como elogios, notas, prêmios.

A motivação intrínseca, diferentemente, refere-se à escolha e realização de determinada atividade por sua própria causa, por ser interessante, atraente ou, de alguma forma, geradora de satisfação. A própria matéria de estudo desperta no indivíduo uma atração que o impulsiona a se aprofundar nela e a vencer os eventuais obstáculos que possam surgir ao longo do processo de aprendizagem (TAPIA e FITA, 2001). A satisfação produzida pelas atividades sustentadas pela motivação intrínseca relaciona-se, portanto, com os sentimentos de competência e de autonomia que a acompanha (BERTÃO et al., 1999; STIPEK, 1993).

A maior parte dos professores imagina que, para prender a atenção dos alunos, as atividades experimentais devem explorar a novidade ou o lúdico. Muitas vezes, isso é possibilitado pelo viés do curioso ou inesperado, pela provocação de sensações de prazer ou pelo desafio. De fato, os alunos, quando entram pela primeira vez no laboratório, esperam ver experimentos mirabolantes, explosões, espetáculos pirotécnicos. No entanto, apenas esses dois elementos (a novidade e o lúdico) são insuficientes quando se deseja criar um processo eficiente de ensino-aprendizagem, pois a tarefa pode vir a acabar em simples entretenimento.

Pintrich e Schunk (1996 *apud* LABURÚ, 2006, p. 392) apontam quatro origens para as atividades escolares favorecerem intrinsecamente a motivação e que devem ser contempladas no seu planejamento: o desafio, a curiosidade, o controle e a fantasia. O desafio caracteriza-se pela promoção de uma situação com certa complexidade, em que as habilidades ou conhecimentos dos estudantes são provocados, mas num nível intermediário de dificuldade, de forma passível de ser vencido com um emprego razoável de esforço. A curiosidade manifesta na conduta exploratória é ativada por situações ambíguas, incongruentes, surpreendentes, inesperadas, de novidade, que despertam a atenção dos alunos pelo fato de estarem em desacordo com suas crenças ou conhecimentos anteriores, além de incentivá-los a buscar a informação necessária para sua explicação.

O controle refere-se a uma situação em que o sujeito percebe-se fazendo parte do processo de aprendizagem, sabe que os resultados de desempenho dependem de seus esforços, tem a oportunidade de ser ouvido e pode fazer escolhas entre exigências diferenciadas. Por último, a fantasia caracteriza-se por situações que envolvam um *faz-de-conta*, favorecendo a motivação quando promove satisfações vicárias, que não ocorreriam facilmente em situações reais. Lopes (1994) afirma que uma forma de tornar as atividades experimentais mais motivadoras seria concebê-las como um passo importante do caminho que deve ser trilhado para se chegar à conclusão de um problema.

Considerando esses pressupostos, podemos apontar a potencialidade das atividades práticas como uma variável capaz de motivar o aluno para a aprendizagem, o que não significa subestimar a influência de outras variáveis igualmente essenciais à motivação do aluno e que devem estar igualmente postas no cenário de ensino

(LABURÚ, 2006). É preciso lembrar, portanto, que variadas tarefas e a diversificação de métodos são essenciais para a motivação dos alunos.

Existem várias propostas de ensino e aprendizagem à procura de melhores resultados para a experimentação no ensino de ciências. As atividades experimentais, tanto no ensino médio como em muitas universidades ainda são, muitas vezes, tratadas de forma acrítica e aproblemática. O aluno é o agente passivo, mentalmente, da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade, elaborar um relatório e se aproximar, ao máximo, dos resultados já esperados.

Nesse contexto, visando a mudar essa situação é que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências Naturais evidenciam alguns tópicos relevantes e imprescindíveis para uma boa atividade prática. Segundo esse documento:

(...)é muito importante que as atividades não se limitem a nomeações e manipulações de vidrarias e reagentes, fora do contexto experimental. 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 para que os estudantes sejam guiados em suas observações (BRASIL, 1998, p. 122).

A postura construtivista, disseminada nos últimos trinta anos, tem como marco central a participação do aluno no processo de construção do conhecimento e do professor como seu mediador ou facilitador, valorizando a participação ativa do estudante na resolução de situações problemáticas, possibilitando-o a predizer respostas, testar hipóteses, argumentar, discutir com os pares, podendo atingir a compreensão de um conteúdo (STUART e MARCONDES, 2008).

A atividade prática investigativa tem sido considerada por diversos pesquisadores como uma alternativa para melhorar e intensificar o papel do aluno na

atividade. Essas atividades podem permitir uma maior participação do aluno em todos os processos de investigação, ou seja, desde a interpretação do problema à uma possível solução (GIL-PÉREZ; VALDEZ, 1996; HODSON, 2005).

Segundo Gil-Perez et al. (2005), só existirá o problema se a pessoa que o projeta identifica que há algo interessante para resolver, mas não dispõe de procedimentos automáticos que lhe permita chegar a solução de maneira imediata, pelo contrário, requer um processo de reflexão ou tomada de decisões sobre a seqüência dos passos a seguir. Dessa forma, podemos concluir que um problema “real”, não deve ter uma solução evidente para a pessoa interessada em resolvê-lo, é necessário que se realize uma investigação.

Embora seja praticamente consensual a importância que as atividades experimentais exercem na aprendizagem das Ciências naturais, para que seus objetivos sejam alcançados é preciso, segundo Borges (1998), que elas estejam de acordo com uma perspectiva construtivista, o que significa a atenção aos seguintes contributos:

1. A importância do conhecimento prévio dos alunos, uma vez que os alunos já têm um certo conhecimento sobre os diversos fenômenos e, assim, podem iniciar as discussões.

2. Uso intensivo de diálogo e reflexão – enquanto o diálogo possibilita o acompanhamento e a avaliação dos alunos ao longo do processo experimental, a reflexão pode possibilitar a superação de conhecimentos prévios e/ou sua reformulação, visando à compreensão.

3. Problematização nas atividades – permite a utilização dos conhecimentos prévios e possibilita ao aluno investir no processo reflexivo, tendo um papel ativo no processo.

4. Proposição de atividades interdisciplinares e contextualizadas – a formulação de problemas relacionados ao cotidiano do aluno possibilita discussões e atividades interdisciplinares.

O laboratório não é apenas um local de aprendizagem, mas também de desenvolvimento do aluno como um todo. Segundo Capeletto (1992), existe uma fundamentação psicológica e pedagógica que sustenta a necessidade de proporcionar à criança e ao adolescente a oportunidade de, por um lado, exercitar habilidades como cooperação, concentração, organização, estabelecimento de relações e, por outro, vivenciar o método científico, entendendo como tal a observação de fenômenos, o registro sistematizado de dados, a formulação e o teste de hipóteses e a inferência de conclusões.

Fica evidente a necessidade de se investir na proposição de metodologias e estratégias capazes de proporcionar o desenvolvimento cognitivo do aluno, e as atividades práticas podem contribuir para que esse objetivo possa se concretizar. Portanto, a aprendizagem de qualidade é o resultado da associação entre motivação e cognição.

Borges (1998) destaca, ainda, cinco atitudes ou valores que uma atividade prática construtivista possibilita:

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

Esses valores estão de acordo com algumas características da atividade investigativa apontadas por Garcia Barros et al. (1998):

- Possibilita o desenvolvimento de procedimentos científicos;
- Requer tempo e esforço por parte do professor e do aluno;
- Não está condicionada à imediatez;
- Sua função é criar problemas interessantes e acessíveis para o aluno, favorecendo sua autonomia.

Para que uma atividade possa ser considerada de investigação, a ação do aluno não deve ser limitada ao trabalho de manipulação ou observação também deve conter características de um trabalho científico, no sentido de que o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.

Segundo Hodson (1994), o trabalho prático deve estimular o desenvolvimento conceitual, fazendo com que os estudantes explorem, elaborem e supervisionem suas idéias, comparando-as com a idéia científica, pois só assim terão papel importante no desenvolvimento cognitivo. Pesquisas (GIL-PEREZ e VALDEZ, 1996; HODSON, 2005) mostram que os estudantes desenvolvem melhor sua compreensão conceitual e aprendem mais acerca da natureza das ciências quando participam de investigações científicas, em que haja suficiente oportunidade e apoio para reflexão.

Uma aula organizada de forma a colocar o aluno diante de uma situação problema, direcionada para a resolução deste, poderá contribuir para que o aluno raciocine logicamente sobre a situação e apresentar argumentos na tentativa de analisar os dados e chegar a uma conclusão plausível. Diante da oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, o aluno possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos da uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico.

É importante destacar que não se pode cair em uma interpretação simplista do ensino por investigação, uma vez que este não pode representar exatamente o trabalho do cientista. Millar e Driver (1987) afirmaram que a limitada validade dos trabalhos práticos em relação à autêntica investigação dos cientistas está, por um lado, na simplificação extrema das condições reais dos fenômenos, mas por outro, recomendam não considerar a investigação como um processo de geração-verificação de hipóteses, sem acentuar a fase de discussão de resultados, procurando não falsear a verdadeira imagem da ciência.

Essa investigação deve ser fundamentada, sendo importante que ela faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que lhe é apresentado. A colocação de uma questão ou problema aberto como ponto de partida é ainda um aspecto fundamental para a criação de um novo conhecimento. Nesse sentido, Bachelard (1996) assinala que “todo conhecimento é resposta a uma questão”.

Conforme Lima et al. (1999), a atividade experimental inter-relaciona o aprendiz e os objetos de seu conhecimento, a teoria e a prática, ou seja, une a interpretação do sujeito aos fenômenos e processos naturais observados, pautados não apenas pelo conhecimento científico já estabelecido, mas pelos saberes e hipóteses levantadas pelos estudantes diante de situações desafiadoras.

Para Capelleto (1992), permitir que o próprio aluno raciocine e realize as diversas etapas da investigação científica é a finalidade primordial de uma aula de laboratório. Daí a importância da problematização, que é essencial para que os estudantes sejam guiados em suas observações. Quando o professor ouve os estudantes, sabe quais suas interpretações e como podem ser instigados a olhar de outro modo para o objeto em estudo (BRASIL, 1998).

Arruda et al. (2000) ainda afirmam que as atividades práticas na educação deveriam ser entendidas como um intenso processo dialógico entre professor e alunos, em que através do debate e do levantamento de idéias dos alunos, o professor vai, a cada momento da aula, explicando as dúvidas que vão surgindo nos alunos, preenchendo lacunas e desenvolvendo as idéias dos mesmos em relação ao conteúdo. Trata-se mais de “adaptar” um corpo teórico a resultados experimentais, do que induzir, verificar, falsear.

Em um laboratório didático, sob essa concepção adaptativa, a preocupação central do professor não seria a contrastação empírica de hipóteses, teorias, etc. mas a articulação da teoria e da prática de maneira integradora, permitindo que o aluno tenha uma visão do todo (ARRUDA et al. 2000)

Embora exista uma vasta bibliografia sobre o uso de estratégias de atividades práticas, independente dos objetivos das mesmas, no ensino de Ciências e principalmente da Física, nosso levantamento nos revelou que o mesmo não ocorre com o ensino de Biologia, cujos trabalhos são em número muito pequeno. Por outro lado, a bibliografia da área de ensino de Ciências, independente da área específica, mostra que essas propostas ainda se encontram distantes dos trabalhos realizados em grande parte de nossas escolas, o que sem dúvida indica a necessidade de realização de novos estudos, que visem a melhorar as articulações e propiciar um aprofundamento das discussões dessa temática, buscando a efetiva implementação dessas propostas nos diversos ambientes escolares.

É preciso deixar claro que existe uma suposição geral de que o trabalho prático equivale a trabalhar sobre uma bancada de laboratório e que este tipo de trabalho sempre inclui a experimentação (HODSON, 1998). No entanto, qualquer método de aprendizagem que exija dos estudantes ação, em lugar de passividade, está de acordo

com a idéia de que os alunos aprendem melhor através do contato com os fenômenos em uma atividade prática. Nesse caso, nem sempre o trabalho prático precisa incluir atividades que se realizem na bancada do laboratório. Existem outras alternativas, como as visitas ao campo, áreas verdes, zoológicos, centros de ciências, etc.

Para Hodson (2006), a composição de um currículo de ciências, filosoficamente e pedagogicamente válido, deve considerar uma gama de métodos de aprendizagem e ensino muito mais ampla do que se tem feito no currículo das ciências e adaptar as experiências de aprendizagem mais cuidadosamente e de forma mais específica aos objetivos curriculares.

Assim, a atividade prática deve ser uma atividade alternativa à tradicional, o que não significa que todas as aulas têm que ser desse tipo, pois existem opções distintas que, se forem relacionadas adequadamente, podem promover o desenvolvimento de diferentes objetivos em função das necessidades e dos recursos disponíveis.

A Contextualização² no Ensino de Biologia.

Não posso estar no mundo de luvas nas mãos *constatando* apenas. A acomodação em mim é apenas caminho para a *inserção*, que implica em *decisão, escolha, intervenção* na realidade. Há perguntas a serem feitas insistentemente por todos nós e que nos fazem ver a impossibilidade de *estudar por estudar*. De estudar descomprometidamente como se misteriosamente, de repente, nada tivéssemos que ver com o mundo, um lá fora e distante mundo, alheado de nós e nós dele. Em favor de que estudo? Em favor de quem? Contra que estudo? Contra quem estudo? (FREIRE, 1996, p. 86)

O autor nos provoca, levando-nos a refletir sobre nossa própria prática pedagógica. Afinal, como professores e formadores de indivíduos humanos, o que temos feito para que nossos alunos sejam capazes de entender o mundo que os cerca? A favor de quem estamos ensinando?

² Apesar de preferirmos o termo contextualização, pois o ato de referir ao contexto é expresso pelo verbo **contextuar**, do qual deriva a palavra **contextuação** (MACHADO, 2000), usamos o termo contextualização por ser esta a forma utilizada nos documentos oficiais para o ensino.

Se a falta de vínculo com a realidade, ou seja, a inutilidade dos conhecimentos é um problema relevante na formação dos alunos, então a contextualização dos conteúdos ensinados torna-se uma estratégia de ensino capaz de minimizar esse problema.

A estratégia de aprendizagem contextualizada nasceu de programas de preparação profissional, sendo posteriormente levada às salas de aulas tradicionais (BRASIL, 1999). Para os PCNs, “é possível generalizar a contextualização como recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente” (BRASIL 1999, p. 94). Ao mesmo tempo, o documento chama a atenção para os riscos de se cair no “espontaneísmo e na cotidianidade”, em detrimento do científico, do sistemático, daquilo que se necessita conhecer.

Uma nova idéia de Ciências – que propicie a produção de “um conhecimento efetivo de significado próprio” (BRASIL, 1999) – deve ser construída a partir de temas presentes na vida cotidiana, da realidade próxima aos alunos, para não correr o risco de cair num aprendizado somente centrado nos recortes em que a ciência clássica está assentada.

Dessa forma, contextualizar o conteúdo significa fazer sua articulação com o cotidiano do aluno e com seu conhecimento prévio, num contexto determinado, considerando as diversas dimensões do mesmo, como a social e a cultural, mediante a interação professor-aluno, para que o conteúdo possa ser compreendido, interpretado e vivenciado pelo aluno (MORAIS, 2004).

Ao recomendar a contextualização como princípio de organização curricular, os PCNs pretendem, segundo seus autores, facilitar o processo de ensino aprendizagem, sugerindo a introdução de experiências mais concretas ao se trabalhar com os conhecimentos sistematizados dos livros didáticos. Fica contemplado também nos

PCNs que a contextualização não deve ser vista como banalização do conteúdo das disciplinas, mas como recurso pedagógico capaz de contribuir para a construção de conhecimentos e na formação de capacidades intelectuais superiores.

Considerar a vivência e o conhecimento dos alunos como ponto de partida para o estudo das disciplinas científicas, leva à ampliação do objetivo das Ciências, que vem sendo dividido em matérias curriculares e resultando em uma formação intelectual, muitas vezes, em desacordo com as realidades dos jovens que freqüentam esse nível de ensino.

A necessidade de conectar conhecimentos, de relacionar, de contextualizar é intrínseca ao aprendizado humano. Os currículos das diferentes disciplinas devem também prever possibilidades de um entrelaçamento, formando uma rede facilitadora da aprendizagem (MACHADO, 2000).

Uma vez que todo conhecimento é socialmente comprometido e que não há conhecimento que possa ser aprendido ou recriado, se não se parte das preocupações particulares das pessoas, o distanciamento entre os conteúdos programáticos e a experiência dos alunos certamente respondem, pelo menos em parte, pelo desinteresse e até pela evasão que se constata nas escolas brasileiras. Uma integração de diferentes conhecimentos pode criar as condições necessárias para uma aprendizagem motivadora, oferecendo maior liberdade aos professores e alunos para a seleção de conteúdos mais diretamente relacionados aos assuntos ou problemas que dizem respeito à vida da comunidade (BRASIL, 2002).

Em uma pesquisa realizada por um grupo de pesquisadores ligados à Associação das Escolas Particulares de São Paulo, que entrevistou jovens concluintes do Ensino Médio, em 1997, chegou-se à conclusão de que os jovens não identificam qualquer relação entre a Química e suas vidas ou sociedade. Essa pesquisa nos evidencia a

importância de se articular os conteúdos com a realidade vivenciada pelos alunos, uma vez que isso permite dar sentido ao que é ensinado na escola, para que esse conhecimento seja utilizado na vida (MORAIS, 2004).

Enquanto professores de Biologia, é essencial que ao escolhermos um dado conteúdo a ensinar, tracemos relações entre esse conteúdo e a realidade dos alunos, mostrando-lhes sua relação com a vida e a possibilidade de interferência no nosso meio.

Para Krasilchik (2004), várias dimensões devem ser consideradas no tratamento dos conceitos biológicos; por exemplo, motivando o aluno a analisar o impacto da atividade humana no meio ambiente e a buscar soluções para os problemas decorrentes, ou levando o estudante a compreender o papel da ciência na evolução da humanidade e sua relação com a religião, a economia, a tecnologia entre outras.

Segundo essa autora, um dos principais aspectos a ser elencado para o alcance dos objetivos do ensino de Biologia é a necessidade de uma maior integração intradisciplinar. O conteúdo é apresentado em compartimentos estanques, sem propiciar aos alunos oportunidades de sintetizar e dar coerência ao conjunto, o que poderia ser feito mostrando-lhes as ligações entre os fatos, fenômenos, conceitos e processos aprendidos.

Os alunos precisam compreender que o fenômeno da vida é marcado por uma associação de processos organizados e integrados, tanto no nível do indivíduo quanto no nível dos organismos com o ambiente.

O tratamento contextualizado do conhecimento é um outro recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo, permitindo que ao longo da mediação didática o conteúdo de ensino provoque aprendizagens que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade. A contextualização evoca, por isso, áreas, âmbitos ou dimensões presentes nas vidas

peçoal, social, cultural e mobiliza competências cognitivas já adquiridas (MORIN, 2001).

Nós ensinamos as crianças a conhecer os objetos isolando-os, ao passo que é preciso também reintegrá-los a seu ambiente para conhecê-lo e que um ser vivo pode ser conhecido somente em sua relação com seu meio, de onde extrai energia e organização (MORIN, 2001, p. 151).

O aluno vive num mundo regido pelas leis naturais, está imerso num universo de relações sociais, exposto a informações cada vez mais acessíveis e rodeado por bens cada vez mais diversificados. Assim, o contexto que é mais próximo do aluno e mais facilmente explorável para dar significado aos conteúdos da aprendizagem é o da vida pessoal, do cotidiano e da convivência.

Cabe ao professor mostrar as relações entre os vários conceitos e fenômenos, de modo a formar um conjunto conexo e retomar os assuntos sempre que necessário. Para suprir essa necessidade, os docentes devem construir o seu próprio quadro de referência e lembrar que os alunos também construirão os seus, porém, eles o farão mais rápido, se forem devidamente orientados (KRASILCHIK, 1996).

O cotidiano e as relações estabelecidas com os ambientes físico e social devem permitir dar significado a qualquer conteúdo curricular, fazendo a ponte entre o que se aprende na escola e o que se faz, vive e se observa no dia-a-dia. Para Morin (2001), aprender sobre a sociedade, o indivíduo e a cultura e não compreender ou reconhecer as relações existentes entre adultos e jovens na própria família é perder a oportunidade de descobrir que as ciências também contribuem para a vivência e para as trocas afetivas.

É importante ressaltar que contextualizar os conteúdos escolares não é liberá-los do plano abstrato da mediação didática para aprisioná-los no espontaneísmo e na cotidianidade; é necessário considerar, como no caso da interdisciplinaridade, seu fundamento epistemológico e psicológico.

Quando se recomenda a contextualização como princípio de organização curricular, o que se pretende é facilitar a aplicação da experiência escolar para a compreensão da experiência pessoal, contribuindo para o processo de concretização dos conhecimentos abstratos que a escola trabalha (BRASIL, 2002).

A aprendizagem pressupõe a existência de um referencial que permita ao estudante identificar e se identificar com as questões propostas. Essa postura não implica permanecer apenas no nível do conhecimento que é dado pelo contexto mais imediato, muito menos pelo senso comum, mas visa gerar a capacidade de compreender e intervir na realidade, numa perspectiva autônoma e desalienante. Ao propor uma nova forma de organizar o currículo, trabalhando na perspectiva interdisciplinar e contextualizada, parte-se do pressuposto de que toda a aprendizagem implica uma relação sujeito-objeto e que, para que esta se concretize, é necessário oferecer as condições para que os dois pólos do processo interajam (BRASIL, 2002).

Para Machado (2002), embora a rigidez da linearidade no encadeamento dos tópicos a ser ensinados seja desnecessária, a organização linear dos currículos é amplamente predominante na organização do trabalho escolar e, geralmente, se aceita sem questionamento que um determinado conteúdo só deve ser ensinado depois de seus pré-requisitos.

Para esse autor, o conhecimento deve ser visto como uma rede de significações, em contraposição e complementação à imagem cartesiana do encadeamento, predominante no pensamento ocidental.

As redes se caracterizam pelo acentrismo, pela metamorfose e pela heterogeneidade. No acentrismo, a idéia de rede ou teia de significações proporcionaria uma maior mobilidade aos currículos escolares, pois, desta forma, poderia iniciar um

assunto em qualquer ponto e traçar diferentes caminhos, dependendo da necessidade e da prioridade da escola ou do grupo de alunos.

Por metamorfose, entende-se a mudança constante do conhecimento, que é um processo dinâmico.

O princípio da metamorfose explicita a idéia, suficientemente vivenciada por todos os que lidam diariamente com informações, de que a rede de significações que constitui o conhecimento está em permanente transformação (MACHADO, 2002, p.145).

A heterogeneidade constitui as conexões e os nós de uma rede. Entre dois temas ou objetos de estudo pode ser estabelecida uma diversidade de conexões provenientes de diferentes disciplinas ou áreas de conhecimento.

A multiplicidade de fios de interligação - sons, palavras, imagens combinações pluridimensionais de tais elementos - conformando-se em relações lógicas, analógicas, afetivas, sensoriais ou complexas de tais elementos, ressalta o quanto parece vã a expectativa da construção do conhecimento apenas pelos canais lingüístico e lógico matemático (MACHADO, 2002, p.146).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1999), por sua vez, apresentam uma proposta de Ensino, que sem ser profissionalizante, propicie um aprendizado útil à vida e ao trabalho. O aluno deve desenvolver a capacidade de raciocinar e de usar a ciência como elemento de interpretação e intervenção. Cada área do conhecimento deve envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos e contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea e conhecimentos mais abstratos, que correspondam a uma cultura geral (BRASIL, 1999).

A Resolução CEB/98 aponta o caminho da interdisciplinaridade e o da contextualização para que os sistemas de Ensino possam adequar os conteúdos científicos às necessidades dos alunos e do meio social. Ressalta a interdisciplinaridade como forma de manter um elo entre os conteúdos e a contextualização como opção

didática de transposição do conhecimento. Esse se relaciona com a “prática ou a experiência do aluno a fim de adquirir significado” (Resolução CEB nº. 3/98).

Os indivíduos sempre conhecem, sobre qualquer assunto, muito mais do que conseguem expressar, e esse conhecimento tácito é fundamental para a sustentação daquilo que se pretende conseguir explicitar. Como as avaliações levam em consideração apenas a parcela explícita, é necessário desenvolver estratégias de enraizamento de tais formas de manifestação nas componentes da dimensão tácita do conhecimento, alimentadas por elementos culturais, continuamente (MACHADO, 2000).

Esse enraizamento é favorecido pela incorporação de relações vivenciadas e valorizadas no contexto em que se originam trata-se da importância da contextualização. Para Machado (2000), contextualizar é uma estratégia fundamental para a construção de significações, pois na medida em que incorpora relações tacitamente percebidas, enriquece os canais de comunicação entre a dimensão cultural e as formas explicitáveis de manifestação dos conhecimentos.

O Ensino de Ciências Naturais cumpre, assim, o papel de, ao ensinar conceitos científicos, estabelecer relações mais amplas com as questões sócio-ambientais. As bases do pensar lógico devem ser estruturadas de maneira eivada de sentimentos e apoiada em discursos de argumentação construídos pelos próprios alunos no ressignificar de suas experiências. É um processo de aquisição de novas significações no interior do contexto de relações. A metáfora da rede ajuda o entendimento de como seria a aquisição do conhecimento. Cada “nó” dessa rede seria representado por “sínteses de significação” que no contexto vivencial e na interação entre locutores e receptores, são estabelecidas. Esses “nós” seriam possibilidades contínuas de geração de novos interpretantes. Apresentam a potencialidade de gerar outros interpretantes mais complexos, generalizáveis, que se apresentem como possibilidade de compreender o objeto em estudo. Conceitos científicos são, pois, definidos como enunciados lógicos e argumentativos, construídos por mediação de linguagens e constantemente atualizados por uma comunidade (de especialistas; professores etc.) na e pela experiência (CALDEIRA, 2005, p. 133).

Para esses autores (MACHADO, 2000 e CALDEIRA, 2005), a associação da vida a uma densa teia de significações, análoga a um imenso texto, conduz a que a

contextualização seja associada a uma necessidade consensual, de aproximação entre os conhecimentos aprendidos ou ensinados na escola e a realidade vivenciada pelos alunos fora dela.

Assim, o uso da contextualização deve trazer contribuições para a compreensão da experiência de aprendizagem escolar e da experiência espontânea dos educandos. Para os autores dos PCNs, se a aprendizagem das ciências não facilitar essa compreensão e a interpretação do mundo em que vivemos, é porque não se criaram competências para que isto ocorresse. Portanto, o recurso da contextualização que temos à mão pode contribuir sobremaneira para que ocorra a aprendizagem.

Ramos (2001) ainda nos lembra que a contextualização tem a capacidade de ampliar as possibilidades de interação entre as disciplinas limitadas em uma área do conhecimento e entre as próprias áreas de limitação, ou seja, a contextualização abrange áreas, âmbitos ou situações presentes na vida dos educandos, mobilizando habilidades cognitivas já adquiridas. Ao associar os conteúdos específicos às experiências da vida cotidiana ou dos conhecimentos espontaneamente adquiridos, pelos alunos, permite colocá-los na situação de participantes ativos dos processos de ensino e aprendizagem para, assim, construírem o seu próprio conhecimento.

O conjunto de objetivos intrínsecos ao ensino de Biologia determina que não somente os aspectos de ciência pura, mas também aqueles que tratam da aplicação da ciência para a solução de problemas concretos, devam fazer parte dos currículos. No entanto, o tratamento de novos temas implica na exigência de que o professor tenha uma relação estreita com a comunidade, de forma que possam ser considerados assuntos relevantes que não alienem os alunos do ambiente cultural em que vivem, mas que, ao contrário, possibilitem que estes passem a entendê-lo e analisá-lo de forma a contribuir com a melhoria da qualidade de vida de sua comunidade. Isso implica envolver os

alunos na discussão de problemas que estejam vivenciando nas suas próprias realidades ou que sejam consideradas interessantes por eles.

Apoiando-nos nesses aspectos, podemos afirmar que a contextualização e também os trabalhos práticos têm, potencialmente, importante papel na manutenção do interesse pela aprendizagem da Biologia. Além disso, auxiliam na mobilização e desenvolvimento de habilidades cognitivas, essenciais para a formação dos alunos como autônomos no processo de aprendizagem científica. Mais uma vez, frisamos que a aprendizagem de qualidade é o resultado da associação entre motivação e cognição.

Nessa perspectiva, faremos a seguir uma breve reflexão a respeito das habilidades cognitivas, a fim de defini-las e de apontar sua importância na formação do educando.

Ensino de Biologia e o Desenvolvimento de Habilidades Cognitivas

Atividades práticas e atividades contextualizadas têm, em comum, a potencialidade de motivar e manter o interesse dos alunos pelos conteúdos a serem aprendidos e de desenvolver habilidades do pensamento, cognitivas ou epistêmicas, importantes na formação integral de indivíduos, tanto para o trabalho quanto para a compreensão do mundo natural, social e cultural.

Embora seja consensual que a transmissão de informações não representa o melhor meio de desenvolver a aprendizagem nos indivíduos, é ainda esse tipo de educação que tem ‘abastecido’ os estudantes com informação, dados e fatos alimentados por fórmulas, modelos, regras, estruturas, fluxos, etc., para gerar alguns resultados.

Além disso, na atualidade, os meios de comunicação trazem o mundo para dentro de nossas casas. Apresentando fragmentos de conhecimentos produzidos, nos trazem os fatos ao vivo e em cores; ocupam nossos sentidos impedindo nosso cérebro de

pensar, trazendo-nos soluções que nem ao menos solicitamos, ou seja, ‘pensam’ por nós (GIASSI, 2008).

À medida que nos encontramos na era da informação, se faz cada vez mais necessário atualizarmo-nos com rapidez. O mesmo não ocorre com as habilidades (PERRENOUD, 1998), em particular com as habilidades do pensamento, que permitem a aquisição de novos conhecimentos, assim como raciocinar com e sobre os mesmos, independente do tempo e do lugar. É por isso que se expressa cada vez mais a necessidade que o aluno tem de “aprender a aprender” e “aprender a pensar”, de forma que tenha à sua disposição os instrumentos necessários para construir a si mesmo como pessoa e para aprender ao longo da vida (BRANSFORD, BOWN e COOKING, 2000).

Cabe, portanto, ao professor mediar a construção do processo de conceituação a ser apropriado pelos alunos, buscando a promoção da aprendizagem e desenvolvendo habilidades importantes para que eles participem da sociedade que chamamos, hoje, de "sociedade do conhecimento".

O professor é um elemento chave na organização das situações de aprendizagem, pois compete-lhe dar condições para que o aluno "aprenda a aprender", desenvolvendo situações de aprendizagens diferenciadas, estimulando a articulação entre saberes e competências. Reafirma-se, assim, a aprendizagem como uma construção, cujo epicentro é o próprio aprendiz.

Segundo Vigotsky (1996), o desenvolvimento da capacidade de pensar é, em grande medida, um desenvolvimento “de fora para dentro” e a interação social é um requisito fundamental para tal desenvolvimento, de forma que as funções cognitivas de nível superior se iniciam por uma fase social e posteriormente se internalizam.

Temos, dessa maneira, *o processo de desenvolver habilidades através dos conteúdos*. Em vez de continuar a decorar conteúdos, o aluno passará a exercitar habilidades, e através delas, a construção de novos conteúdos.

Ribeiro e Neto (2008) destacam dois problemas pedagógicos que têm representado limitações importantes no ensino e aprendizagem das ciências. O primeiro deles está no fato de que os alunos apresentam dificuldades em muitas tarefas fundamentais da aprendizagem das ciências, como são os casos da leitura e da resolução de problemas (interpretação de informações, compreensão, relação com outras matérias, realização de inferências, organização do conhecimento). O segundo, é a falta de interesse e motivação para a aprendizagem das ciências.

Pelo que já foi discutido, até aqui, não seremos ingênuos a ponto de assumir que os alunos são os únicos responsáveis por estas limitações, nem mesmo que esses sejam os únicos e decisivos problemas encontrados no ensino; reconhecemos que investigar formas de desenvolver essas habilidades nas salas de aula representa um importante avanço na área da pesquisa em ensino de ciências.

O ato de pensar é uma característica nata da espécie humana, que nos distingue dos outros animais. No entanto, a capacidade de refletir, raciocinar e dessa forma, pensar, deve ser encarado como algo que se pode ensinar e treinar.

As habilidades do pensar, ou epistêmicas, deveriam ser incluídas ao longo do processo de alfabetização, pois são ferramentas essenciais para resolver problemas, tomar decisões e gerar alternativas fundamentais para a sobrevivência e para o sucesso nos dias atuais.

Da relação direta ou não com os objetos, situações, fatos, contextos diversos formam-se os conceitos. Os conceitos históricos, matemáticos, lingüísticos, científicos, espaciais vão sendo construídos a partir da diversidade estratégica com que as

informações vão chegando e sendo articuladas. A posse de conceitos articulados passa a integrar o processo de pensar, seja na forma de juízos, de encadeamento de juízos, no raciocínio/argumentação ou nas explicações discursivas (LIPMAN, 1995).

Quando pensamos, estabelecemos relações entre idéias, confirmando-as ou transformando-as em novas relações. O processo do pensar acontece ao se articular idéias ou conceitos. Compete à educação dos jovens ou das crianças a tarefa de fornecer ampla formação de conceitos que irão alicerçar o desenvolvimento mental, capacitando-os a compreender a realidade com a qual interagem, e a ratificar ou transformar essa realidade.

Um universo de palavras, quando colocado à disposição dos educandos sem o entendimento de seu significado, transforma-se em algo vazio, não formador de mentes intelectuais capazes de articular esse universo em conceitos vários.

Segundo Lipman (1995), as pessoas já nascem com habilidades que lhes permitem o pensar. Por isso todos pensam. Mas, nem todos pensam bem.

Para o desenvolvimento do "pensar bem", o autor sugere a estimulação através da educação escolar, das habilidades cognitivas de pensamento, alertando para o fato de que estas sempre ocorrem de forma integrada a cada contexto ou situação problemática em que são exigidas.

As principais habilidades epistêmicas que podem ser estimuladas e desenvolvidas no ensino de ciências naturais foram selecionadas por Caldeira (2005): observar; descrever; identificar; comparar; coletar dados; experimentar; somar idéias; elaborar tabelas, gráficos e esquemas; sistematizar por meio de textos, maquetes, relatórios; interpretar dados; relacionar; e organizar idéias.

Observar: essa habilidade é uma das mais importantes para ser estimulada e, aprender a observar é essencial para o estudo e compreensão dos fenômenos naturais (p. 67).

Observar é olhar com atenção, notar, reparar. Observação é a ação de fazer um exame acurado de algo, atendo-se aos mínimos detalhes. Usamos os sentidos externos e a sensibilidade interna na realização da observação. Aproveitando-nos de conceitos e pré-conceitos culturais formados, produzimos percepções e conhecimentos (LIPMAN, 1995).

Descrever: essa habilidade é utilizada para propiciar aos alunos a percepção de detalhes e características singulares dos seres vivos, objetos, pessoas, entre outros aspectos pertinentes. As atividades decorrentes de descrições podem ser registradas por meio de desenhos, textos, esquemas e também exploradas pela prática da oralidade.

Identificar: situações em que os alunos elencam ou apontam semelhanças, diferenças e aspectos específicos de seres vivos e fenômenos naturais (CALDEIRA, 2005, p.67).

A capacidade de identificar ou perceber pressuposições subjacentes é tão importante quanto a capacidade de inferir para o desenvolvimento correto do raciocínio. É a capacidade que, quando bem desenvolvida, possibilita o desvendar dos mistérios. Usando da diversificação de textos e abordagens de assuntos variados é possível fazer muitos exercícios, buscando emergir o que está implícito (LIPMAN, 1995).

Comparar: são propostas aos alunos possibilidades de estabelecer confronto entre fenômenos biológicos e sociais, e também o exame simultâneo de várias situações, a fim de que possam estabelecer possíveis relações entre elas.

Coletar Dados: é uma habilidade a ser desenvolvida para que os alunos busquem informações em situações da sua realidade, como também para que utilizem outras fontes adicionais nessa busca de modo a completar a coleta de dados.

Experimentar: ações que engendrem habilidades para que os alunos possam realizar, em ambientes não formais (e outros de pouca complexidade), experimentos efetuados com o auxílio de materiais simples, que não constituam risco para os alunos, mas que lhes agucem o desejo para aprofundarem assuntos selecionados.

Somar Idéias: nessa categoria de habilidades, situam-se as idéias elaboradas pelos alunos, em diversas situações. Nela incluímos o conjunto de explicações científicas sobre determinado conceito em estudo, apresentado através de textos (orais e escritos). Os textos cumprem assim a função de transpor didaticamente os conteúdos científicos acumulados histórico-culturalmente pela humanidade.

Elaborar Tabelas, Gráficos, Esquemas: são habilidades que propiciam mais agilidade na busca de informações e dados a serem coletados. Esses podem ser organizados por meio de tabelas, gráficos e esquemas. Desenvolver essas habilidades de síntese é essencial para

que esses elementos possam ser organizados e compreendidos com brevidade, economia de tempo e precisão.

Sistematizar por meio de: textos, maquetes, relatórios. Um conjunto de dados coletados perde grande parte de seu potencial interpretativo se não for adequadamente organizado com precisão e coerência. Assim, a habilidade de como usar esses recursos é importante para estabelecer com brevidade relações entre os elementos em questão. Por meio da apreensão dessa habilidade novos elos podem ser estabelecidos e possíveis conclusões alcançadas com maior eficiência e eficácia.

Interpretar Dados: é uma habilidade útil para que os alunos possam levantar novas hipóteses, interpretar esquemas, classificar e categorizar dados, pesquisar novas fontes, confrontar suposições, compartilhar e discutir idéias.

Relacionar: adquirindo essa habilidade, os alunos podem mais facilmente estabelecer analogias, confrontos, associação entre fenômenos, ainda de forma, a princípio, não muito elaboradas. Essa habilidade pode ser ampliada, se o aluno for instigado a: compreender e avaliar problemas presentes no seu cotidiano; compreender relações entre causa e efeito em situações não complexas; procurar novas evidências, relacioná-las a novos exemplos; identificar situações contrárias; e encontrar novas possibilidades para resolução dos confrontos que forem surgindo no processo (CALDEIRA, 2005, p.67).

Relacionar é a capacidade de estabelecer relações adequadas entre idéias e, principalmente, entre juízos. Esta é uma importante habilidade, pois envolve a maneira pela qual estabelecem-se as relações entre coisas, objetos, seres de qualquer espécie, situações; relações sociais desportivas, de igualdade, de semelhança, de diferença, etc. (LIPMAN 1995).

Organizar Idéias: ao final de um conjunto de atividades pedagógicas, é importante elaborar situações para que os alunos adquiram a habilidade de “organizar” e selecionar as informações pertinentes que foram sendo trabalhadas no decorrer do processo de ensino e aprendizagem, a fim de que os conceitos principais apreendidos sejam objetos de conclusões - ainda que parciais (CALDEIRA, 2005, p.68).

Esta habilidade, de igual importância às demais, está diretamente relacionada ao raciocínio, por conferir-lhe um fechamento; deve, portanto, ser alvo de nossa disposição em estabelecer o seu amplo desenvolvimento. A habilidade de tirar conclusões não está somente inserida nas disciplinas escolares, mas nos acontecimentos da rotina diária. Chegar a boas conclusões é um dos meios de se conseguir bons resultados em nossos afazeres, em nossas relações, em nosso aprendizado ou conhecimento (LIPMAN, 1995).

Para Caldeira (2005), este momento é importante para que o ensino de Ciências não seja transformado em “ativismo”, sem significado para o aluno. É nele que o professor, ao organizar as atividades, enfocando os conceitos em estudo, proporcionará aos alunos a aproximação desejada e possível - ainda que não totalizante - sobre as explicações científicas, aceitas hoje, para os fenômenos naturais.

É nesse nível de realização que os alunos não só sistematizam os conceitos aprendidos, mas ainda comunicam idéias e trocam opiniões, fazendo surgir novas hipóteses e/ou corroborando as que tinham sido estabelecidas. Instrumentos como a confecção de relatórios, resumos, representações, elaboração de folhetos explicativos, maquetes, painéis, entre outros recursos, podem ser usados pelo professor nessa fase.

Podemos também ressaltar que essas habilidades destacadas não constituem as únicas habilidades do pensar possíveis de serem desenvolvidas com os alunos. No entanto, entendemos que esse conjunto apresentado corresponde às habilidades mais gerais, a partir das quais outras habilidades podem surgir. Por exemplo, para que um aluno seja capaz de levantar uma hipótese, deverá necessariamente relacionar seus conhecimentos com um fato reconhecido por meio da observação, identificar as várias componentes de um problema, cuja elaboração favorecerá o exercício de outras habilidades.

É claro que, se pretendemos desenvolver habilidades que sirvam aos alunos como ferramentas do pensamento, na busca de melhores compreensões e atitudes, devemos reconhecer que a diversidade de metodologias didáticas, empregadas no tratamento de conteúdos diversos, é de extrema importância, pois algumas habilidades são mais exercitadas em um tipo de atividade que em outro. Por exemplo, ao trabalhar com problemas contextualizados, as habilidades de relacionar, somar idéias e comparar serão mais facilmente percebidas que outras como experimentar e coletar dados, que

podem estar presentes em atividades práticas. Nessas últimas, dependendo do nível de abertura existente nos problemas propostos, também poderá haver mobilização de diferentes habilidades.

Além disso, o uso das habilidades no contexto escolar não acontece isoladamente, ao contrário, é um trabalho integrado, cujo objetivo final é dar consistência ao processo reflexivo do pensar bem.

O aprendizado do pensar bem é um processo e como tal deve ser tratado. O professor que, ao intervir, vem com as respostas prontas, tira de seu aluno a possibilidade de ele mesmo, encontrar as respostas aos desafios que lhes foram propostos.

Ao nos apoiarmos na necessidade de desenvolver habilidades cognitivas nos nossos alunos, não estamos subestimando a importância da aprendizagem de conceitos científicos, ao contrário, é no reconhecimento dessa importância que se torna imprescindível o desenvolvimento de habilidades do pensar, ou seja, as habilidades são essenciais, à medida que ampliam a capacidade dos alunos de construir novos conceitos científicos.

Para finalizar, é oportuno dizer que as discussões apresentadas até aqui contemplam o objetivo principal desta dissertação, que é apontar as habilidades cognitivas desenvolvidas pelos alunos de uma sala de 1º ano do Ensino Médio, a partir da aplicação de estratégias como a contextualização e o uso de atividades práticas no tratamento do assunto Energia.

2. OBJETIVOS

Conscientes da necessidade de melhorar o ensino e a aprendizagem das Ciências, principalmente da Biologia, desenvolvemos este trabalho, pressupondo que uma das principais funções da escola seja ajudar aos alunos na construção de seus conhecimentos de forma autônoma, ou seja, ajudar os alunos a desenvolverem seus próprios mecanismos de pensamento, a “aprender a aprender”. Assim, levando em conta as discussões apresentadas nos capítulos anteriores, a presente pesquisa teve como objetivo geral:

- Propor uma seqüência didática elaborada para o tratamento do conceito de Energia, pela disciplina de Biologia, e aplicada com alunos do 1ºano do Ensino Médio de uma escola pública estadual da cidade de Jaú, interior de São Paulo. Com esta pesquisa, que teve sua gênese no projeto **A cultura da cana-de-açúcar e seus impactos ambientais, sociais, econômicos e culturais** implementado nessa escola, procuramos apontar pistas sobre como as estratégias de contextualização e o uso de atividades práticas podem contribuir para motivar os alunos a aprender Biologia e desenvolver as habilidades cognitivas, essenciais à formação intelectual e científica dos indivíduos.

E de forma mais específica:

- Verificar quais habilidades do pensar científico puderam ser desenvolvidas por meio das atividades propostas, assim como, as linguagens e conteúdos aprendidos no processo.

- Identificar obstáculos que dificultam a contextualização e a utilização de atividades práticas como estratégias pedagógicas no ensino de Biologia;

- Avaliar, com base nos objetivos anteriores, o papel do laboratório didático na potencialização e facilitação do desenvolvimento das habilidades acima citadas.

3. CARACTERÍSTICAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS DA PESQUISA

O presente trabalho baseou-se numa abordagem qualitativa. A coleta de dados foi realizada no ambiente natural, a sala de aula de um 1º ano de Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Jaú, onde a pesquisadora ministrou aulas de Biologia. O foco do estudo foi o desenvolvimento de uma seqüência didática, baseada em atividades práticas e contextualizadas, buscando, a partir delas, a motivação dos alunos e a mobilização de habilidades cognitivas, para o desenvolvimento conceitual do tema Energia.

A estratégia utilizada foi a observação participante, na qual o observador introduz-se no mundo que pretende estudar para conhecê-lo e tornar-se conhecido, facilitando a aplicação do trabalho, da observação, do registro de tudo o que vê e ouve e da realização de fotos. Assim, os fenômenos estudados são avaliados mediante sua complexidade e no seu contexto ecológico natural, privilegiando a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação, analisando pormenores descritivos relativos a pessoas, locais e conversas (BOGDAN e BİKLEN, 1994).

Segundo esses autores, a pesquisa qualitativa se caracteriza: pelo contato direto do pesquisador com o ambiente e a situação investigada, pois a fonte direta de dados é o ambiente natural; os dados obtidos devem enfatizar mais o processo do que o produto, a investigação é descritiva; a análise dos dados ocorre de forma indutiva e deve preocupar-se em retratar mais e melhor a perspectiva dos participantes.

Segundo Lüdke e André (1986, p.26), “o observador como participante é um papel em que a identidade do pesquisador e os objetivos do estudo são revelados ao grupo pesquisado desde o início. O pesquisador pode ter acesso a uma gama variada de informações”.

No caso desta pesquisa, é importante ressaltar que os alunos foram conscientizados da procedência da pesquisadora e da utilização de suas atividades na construção da dissertação de mestrado.

Trabalhar no universo qualitativo não significa opor-se ao tratamento quantitativo de dados. A questão é muito mais de ênfase do que de exclusividade (ALVES, 1991). A abordagem qualitativa trabalha com um universo de significados, motivos, crenças e valores, o que corresponde a um processo profundo de relações que não pode ser reduzido à operacionalização de variáveis, como se faz na pesquisa quantitativa. No entanto, o tratamento quantitativo dos dados foi usado para auxiliar e complementar no sentido de enriquecer as suas análises e discussões.

A coleta de dados foi realizada durante as aulas, acompanhando e analisando atentamente todas as atividades desenvolvidas pelos alunos, pois em investigações dessa natureza, é importante que o pesquisador reúna uma grande quantidade de dados, de modo que, posteriormente, possa identificar o máximo possível de detalhes do campo observado.

Fazendo uso especialmente da observação, “o pesquisador vai acumulando descrições de locais, pessoas, ações, interações, fatos, formas de linguagem e outras expressões que lhe permitam ir estruturando o quadro configurativo da realidade estudada, em função da qual ele faz suas análises e interpretações” (ANDRÉ, 2004, p.38).

Assim, é freqüente que os pesquisadores utilizem diversas estratégias para a coleta dos dados. Também é possível conjugar os dados de observação com o material obtido através de registros e produções dos alunos, o que permite uma descrição mais “consistente” da realidade estudada. Nesta pesquisa foram utilizadas as seguintes estratégias: gravação em áudio, coleta e análise do material produzido pelos

participantes, entrevistas e anotações em caderno de campo. É importante ressaltar que qualquer descrição é subjetiva, uma vez que o observador a faz, a partir de seu próprio ponto de vista, revelando detalhes que são considerados importantes para ele.

Martins (2004) considera que a descrição ocupa um papel fundamental na pesquisa qualitativa, ressaltando a inexistência de uma forma certa ou errada de realizá-la. Além disso, a descrição é sempre dirigida a alguém que desconhece a realidade observada, ao menos sob a perspectiva de quem a descreve. Complementa, dizendo que:

O mérito principal de uma descrição não é sempre a sua exatidão ou seus pormenores, mas a capacidade que ela possa ter de criar uma reprodução tão clara quanto possível para o leitor da descrição. Poderá haver tantas descrições de uma mesma coisa quantas sejam as pessoas especialistas que vejam essa mesma coisa (MARTINS, 2004 p.56).

Para descrever os fatos, foi utilizada a transcrição dos diálogos dos participantes, durante as aulas, mas, procuramos também desvelar mensagens implícitas, ocultas, aquelas que não foram verbalizadas, mas que em alguns momentos fizeram a diferença para o grupo, com as “caras e bocas” que expressavam irritação, espanto, desânimo, surpresa e alegria.

Dentre as estratégias de coleta de dados, os registros em caderno de campo foram os mais freqüentes. Para tentar dar maior fidedignidade aos dados, as aulas foram transcritas logo após o seu término.

Para o registro da descrição dos diálogos e falas dos alunos, algumas dificuldades foram encontradas, dentre as quais a principal foi o fato de que, num primeiro momento, a professora regente da disciplina de Biologia para a turma investigada acompanharia as aulas auxiliando a pesquisadora com a coleta de dados, principalmente para as anotações de campo. No entanto, por motivos pessoais, a professora não pode participar das aulas, que então ficaram sob responsabilidade da pesquisadora até o final do ano letivo.

A gravação em áudio foi realizada durante algumas atividades, no entanto, alguns fatores nos levaram a optar pelas anotações, durante e após as atividades. Nas gravações, há momentos em que os alunos falam baixo, impossibilitando o entendimento, ou falam todos de uma só vez. Além disso, quando os trabalhos eram realizados em grupos de alunos, não era possível gravar as manifestações verbais de todos os grupos formados. Nesse caso, procuramos ficar o mais próximo possível dos grupos, a fim de participar das discussões que estivessem acontecendo, cientes, é claro, de que nem todos os aspectos de uma situação podem ser apreendidos e anotados ao mesmo tempo.

Assim, é compreensível que o pesquisador, que exerce os papéis de observador e participante, possa encontrar algumas dificuldades. Desta forma, admitimos que alguns dados deixaram de ser registrados, principalmente os que se referem à intervenção da professora/pesquisadora. Ao tomar nota das reuniões, procuramos registrar tudo o que estava acontecendo, dando prioridade às situações que consideramos mais úteis e interessantes para responder aos objetivos desta pesquisa.

Diante disso, as descrições das atividades foram feitas de forma narrativa, acompanhadas das inferências e análises realizadas durante todo o processo.

A documentação de “processos e a transcrição de enunciados conduzem, no mínimo, a uma versão diferente dos eventos. Cada forma de documentação leva a uma organização específica daquilo que é documentado” (FLICK, 2004, p.186). As anotações e transcrições realizadas pelo pesquisador transformam eventos em grande número de detalhes específicos. “A realidade somente se apresenta ao pesquisador de forma substanciada, como texto - ou, em termos técnicos - como protocolo” (FLICK, 2004, p.186).

Flick (2004), também menciona:

Essa substancialização da realidade na forma de texto é válida sob dois aspectos: como um processo que abre acesso a um campo e, enquanto resultado desse processo, como uma reconstrução da realidade que foi textualizada. A construção de uma nova realidade no texto já se iniciou no nível das notas de campo e no nível da transcrição, sendo essa a única (versão da) realidade disponível ao pesquisador durante suas interpretações seguintes (FLICK, 2004, p.187).

Essa estratégia de pesquisa pode ainda ser enquadrada no que, Bogdan e Biklen (1994) denominam de investigação pedagógica. O investigador é um professor, administrador ou especialista educacional que pretende usar uma abordagem qualitativa para tornar seu trabalho melhor. Para esses autores, as pessoas que fazem este tipo de pesquisa nem sempre escrevem relatórios, mas traduzem-na em mudanças práticas, introduzem-na em livros escolares ou usam os dados para criar programas de formação, seminários e novos currículos. A investigação pedagógica beneficia o aluno e tem por objetivo promover a mudança individual através da educação.

No que tange à análise dos dados, esta foi realizada por meio de uma leitura minuciosa da narrativa das aulas, mas também dos documentos feitos pelos alunos e das entrevistas e diálogos, sendo as discussões conseqüentes, apoiadas na literatura sobre o ensino de Ciências em suas diversas dimensões pedagógicas.

O processo de “análise dos dados qualitativos é extremamente complexo, envolvendo procedimentos e decisões, que não se limitam a um conjunto de regras a serem seguidas” (ANDRÉ, 2004, p.44). A vivência e a experiência do pesquisador podem servir como um caminho possível na determinação dos procedimentos de análise, mas devem existir sistematização e coerência do esquema escolhido com o que se pretende do estudo. O pesquisador também pode privilegiar alguns dados em detrimento de outros e como as regras não são fixas, as diferenças de enfoques conduzem a diferenças de resultados.

Além disso, é oportuno esclarecer que, após cada atividade realizada em sala de aula, organizamos um quadro de “sínteses de significações”. Ao elaborar esse quadro interessava-nos identificar as potencialidades das estratégias utilizadas no tratamento do tema Energia, que tiveram como pressuposto o a contextualização e o uso de atividades práticas. Levando-se em conta que a aprendizagem é um processo individual, no qual interferem variáveis múltiplas, mas que essa construção pode ser auxiliada pelo coletivo, optamos, ao elaborar esse quadro, pela análise das habilidades cognitivas desenvolvidas pelo grupo de alunos como um todo, visando a uma pesquisa mais da evolução do grupo do da avaliação individual de cada aluno.

Caldeira (2005) entende a formação dos conceitos como “sínteses de significação”, que sustentam a compreensão dos fenômenos naturais. Essas sínteses de significação se estabelecem no confronto com a experiência, gerando, através das formas de raciocínios, interpretantes lógicos, emocionais, energéticos.

Segundo essa autora,

O conhecimento depende da elaboração de hipóteses. A sustentação dessas, no entanto, dependem do grau de verificação que podemos alcançar. Assim, o papel essencial do ensino de ciências está na construção do raciocínio lógico, sustentado pelas diversas formas sensoriais, lingüísticas, matemáticas, etc. Ao dizer que a enunciação de um fato é abstrata, (por que não se repete nunca da mesma forma) o que observamos, porém é concreto, traz implícito a idéia de que há um caminho a ser percorrido entre abstração/concretude/abstração, referente ao espaço temporal dispendido entre a percepção e a enunciação (CALDEIRA, 2005, p. 120).

A ação didática deve, assim, centrar-se em oferecer múltiplas possibilidades e habilidades para que novas significações sejam estabelecidas. Essa rede de significações pode ser tecida no que a autora denomina “Domínios Epistêmicos para a construção do conhecimento em Ciências Naturais”. Esses podem ser classificados em três níveis interconectados e sem hierarquia preestabelecida entre eles: a) o das linguagens e seus valores, b) o das habilidades cognitivas e c) o dos conceitos científicos.

Assim, ao final da análise, as “sínteses de significação” foram agrupadas e explicitamos as categorias acima descritas de acordo com o desenvolvimento dos alunos nesses três níveis. Esse agrupamento nos permitiu observar:

a) Quais as relações estabelecidas pelos alunos no decorrer das seqüências didáticas elaboradas a partir do conceito de Energia e seus subconceitos (respiração, fotossíntese e fermentação), num contexto de produção de açúcar e álcool;

b) Como se deu a formalização dessas relações em referência aos conceitos estudados durante as atividades práticas desenvolvidas pelos alunos e pela professora/pesquisadora.

c) Quais habilidades cognitivas foram desenvolvidas nesse processo e como elas se mobilizaram para a construção desses conceitos biológicos.

A escola, contexto da pesquisa

A Escola Pública onde a pesquisa foi desenvolvida está localizada no centro da cidade de Jaú, na região centro-oeste do Estado de São Paulo. O prédio da escola é uma construção datada de 1914 e foi tombado pelo patrimônio histórico em 2002, por ser uma construção da Primeira República. Atualmente, a escola conta com doze salas de aulas e 9 salas destinadas à: diretoria, coordenadoria, secretaria, biblioteca e sala de leitura, sala de informática, sala de áudio visual, laboratório de ciências naturais, sala de professores, além de quadra de esportes, cozinha, despensa, cantina, zeladoria, pátio externo com o acesso de deficientes físicos. Conta também com um elevador para deficientes físicos e um jardim externo.

Por se situar na zona central da cidade, onde atualmente é desenvolvida uma expressiva atividade comercial e econômica, a escola recebe alunos da zona rural e da periferia da cidade, não apresentando um grupo homogêneo de estudantes. A maior parte desses alunos, tanto do período diurno como do noturno, é constituída de

trabalhadores domésticos, do comércio, das bancas de calçados e da cultura da cana-de-açúcar. Como a escola para eles é o terceiro período útil de suas jornadas diárias, há um elevado índice de faltas e de evasão dos alunos trabalhadores, principalmente nas épocas em que as horas extras de trabalho lhes são exigidas. A escola funciona nos períodos da manhã, tarde e noite. Nos últimos três anos, contou com aproximadamente 1.200 alunos, sendo que 60% freqüentam o Ensino Fundamental e 40% o Ensino Médio. A atual diretora e a maioria de seus professores são titulares de cargo e atuam na Unidade Escolar há mais de quatro anos (PLANO DE GESTÃO, 2007-2010).

Pelas características da escola, deduz-se que a sua equipe tem mostrado uma preocupação com a qualidade de ensino/aprendizagem de seus alunos, após as análises dos resultados obtidos pelo Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP) e pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM.) que, na opinião da equipe escolar, não foram os desejados, pois os índices da Escola nos anos de 2003 e 2004 ficaram abaixo da média da Diretoria Regional de Ensino (DRE - Jaú), da Coordenadoria de Ensino do Interior (CEI) e da Secretaria Estadual da Educação (SEE). Essa equipe mostrou disposição para investigar que ações poderiam ser desencadeadas na Unidade Escolar para melhorar a aprendizagem dos alunos e, como consequência, melhorar os resultados dos índices nesses exames.

Uma das ações foi consultar a opinião dos alunos sobre as atividades escolares. No ano letivo de 2005, a Escola solicitou que alunos e alunas que freqüentavam as oitavas séries e o Ensino Médio respondessem um questionário, que tinha como objetivo levantar as expectativas desses alunos em relação à Escola e ao ensino/aprendizagem. Na época, 311 alunos participaram desse levantamento. “Nesse diagnóstico inicial restou latente que os alunos anseiam por aulas contextualizadas por problemas que enfrentam no seu dia a dia, bem como o uso de laboratórios e outros

espaços escolares” (PLANO DE GESTÃO, 2007-2010 p.101). A discussão das necessidades apontadas pelos alunos, somadas às reveladas pelos índices do SARESP e do ENEM, levou a equipe escolar a refletir sobre a necessidade e a possibilidade de pesquisar alternativas para o ensino, a partir de problemas (situações) presentes na realidade e vivenciada por alunos e professores (SANTOS, 2008).

Melhorar a qualidade de ensino significava, nesse contexto, a melhoria da aquisição dos conhecimentos pelos alunos e, para que isto acontecesse, entendia-se que era necessário melhorar a prática docente.

Como Santos (2008) relata, foi estabelecida uma parceria de pesquisa entre a Universidade e a Escola Estadual; foram realizados encontros preparatórios em que os pesquisadores da primeira propuseram o desenvolvimento de um trabalho conjunto, e os da segunda se sensibilizaram com a possibilidade de participar de um projeto a partir de sua concepção inicial. “Um projeto surge de uma situação, de uma necessidade sentida pela própria turma e consta de um conjunto de ações planejadas e empreendidas pelo grupo em torno de um objetivo comum” (PLANO GESTOR, 2007-2010, p.92).

O projeto foi intitulado: *A cultura da cana-de-açúcar e seus impactos ambientais, sociais, econômicos e culturais*, pois esse foi o tema contextualizador escolhido para a realização das atividades com as diversas disciplinas. Essa opção ocorreu pela abrangência do tema, que ofereceria conteúdos que poderiam ser tratados por todas as disciplinas no Ensino Médio e pela facilidade que os docentes teriam para conseguir materiais e pessoas que pudessem colaborar para o debate do tema, pois a região de Jaú possui grande número de destilarias e usinas de açúcar e álcool.

Alunos e familiares estão envolvidos, direta ou indiretamente, com esta atividade agro-industrial que contribui para gerar recursos financeiros para a cidade, através da arrecadação de impostos e do desenvolvimento dos setores de comércio e

serviços. A relevância atual dos biocombustíveis no cenário nacional e internacional também foi considerada pela equipe. Posteriormente, esse projeto foi apresentado à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e foi inserido no Programa de Melhoria de Ensino Público.

É importante relatar que o grande objetivo do projeto é a interdisciplinaridade e, ainda que pesem as dificuldades até agora apresentadas na concretização desse ideal (SANTOS, 2008), o projeto representa um grande avanço para professores e alunos dessa escola, ao possibilitar que trabalhem multidisciplinarmente em torno de um tema contextualizador.

São doze participantes da Unidade Escolar: a diretora, as coordenadoras pedagógicas (do diurno e a do noturno) e nove professores que atuam no Ensino Médio. Da Universidade Pública são cinco docentes dos Departamentos de Física, Biologia e Educação e um aluno do curso de mestrado, que realizou o presente trabalho, além de um do curso de doutorado dessa mesma Instituição. Da Diretoria Regional de Ensino de Jaú (DRE Jaú), participou uma supervisora de ensino.

O Programa de Melhoria do Ensino Público da FAPESP apóia pesquisas que tenham como objetivo contribuir para a melhoria da qualidade do ensino público no Estado de São Paulo. Esse Programa financia pesquisas aplicadas sobre problemas concretos do ensino fundamental e médio, em escolas públicas paulistas. Essas pesquisas deverão ser desenvolvidas por meio de parceria entre instituições de pesquisa e escolas da rede pública, visando desenvolver experiências pedagógicas inovadoras que possam trazer benefícios imediatos à escola.

A FAPESP pode conceder os recursos materiais necessários, inclusive para pequenas obras de infra-estrutura, e bolsas aos docentes envolvidos. Neste caso, foi solicitado recurso para a reforma do laboratório, que estava sendo usado como depósito

de materiais diversos, não sendo possível utilizá-lo para as funções às quais realmente se destinava, bem como para a compra de materiais e concessão de bolsas aos docentes participantes.

De acordo com Krasilchik (2004), o ensino poderá ser tanto mais eficiente quanto melhores forem as instalações e os materiais disponíveis, sendo um direito e um dever dos docentes pleitear e lutar pela conquista de instrumentos que lhes permitam trabalhar melhor.

O laboratório é localizado no andar térreo, com saídas para o exterior. Tem boa iluminação e ventilação e é de fácil acesso para os alunos e professores. Contém prateleiras, pias para uso dos alunos, armários com chave, materiais de uso geral, 3 microscópios, tanques para lavar vidrarias e lousa branca. As paredes são de material lavável e o piso de material cerâmico, lavável, impermeável e em cores claras. Apresenta quatro bancadas de granito, fixas e 32 bancos móveis para a disposição dos alunos. Conjugado a ele, há um laboratório de audiovisuais, com televisão, aparelho de DVD, 4 computadores, aparelho de data show, retroprojektor, armários com chave e um quadro-negro.

A nossa inserção no projeto ocorreu no início do ano de 2008 quando, a convite da coordenadora, participamos das reuniões realizadas quinzenalmente para a discussão das dificuldades, conquistas e alternativas para a realização de atividades com os alunos. Nesse mesmo período, o laboratório didático completou sua reforma e passamos a acompanhar as aulas da disciplina de Biologia do 1º ano do ensino médio do período matutino e a organizar os materiais e equipamentos destinados ao trabalho com atividades práticas pelas diversas disciplinas. Acompanhamos, também, as aulas realizadas por um dos professores de Física, também pesquisador da Universidade, para apoio nas suas coletas de dados (gravações, anotações, fotografias, etc).

A partir dessa inserção na escola, elaboramos um projeto de pesquisa para investigar o papel das atividades práticas e das atividades contextualizadas, ambas estratégias objetivas do referido projeto, na melhoria da qualidade de ensino para os alunos dessa escola, principalmente no que se refere à motivação e interesse dos alunos para as aulas de Biologia e para o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

O Contato com os Alunos

A relação professor – aluno não se estabelece de imediato, sendo preciso o conhecimento mútuo para a instauração de um trabalho cooperativo. Dessa forma, a nossa inserção no contexto da sala de aula deu-se de maneira gradual. Primeiramente, com a participação nas aulas de Biologia, para observação e após quatro aulas deu-se a realização das primeiras atividades no laboratório didático, quando se estabeleceu uma relação de maior confiança e proximidade entre os alunos e a professora/pesquisadora.

O grupo de 21 alunos com o qual a pesquisa foi realizada, apresentava indivíduos com idades entre 15 e 17 anos, cursando o primeiro ano do ensino médio do período matutino. Em sua maioria, esses alunos estudaram juntos no ensino fundamental nessa mesma escola, compartilhando experiências comuns de ensino e aprendizagem.

A professora regente da disciplina de Biologia também era a responsável pelas aulas da disciplina Ciências, nos anos precedentes, para essa mesma turma. Em conversa com a pesquisadora, ela relatou ser o grupo de alunos “uma classe boa”, mas “falante e desinteressada”. De fato, durante as aulas acompanhadas por nós, os alunos permaneciam conversando muito em meio às atividades propostas pela professora. Embora não seja objeto desse estudo a análise das aulas da referida professora, cabe-nos constatar que essas se apresentavam de forma bastante tradicional (passar o texto na lousa, explicar utilizando-se das mesmas palavras do texto, propor questões de cópia das

respostas do texto apresentado, sem utilização de diálogo com os alunos, e sem a utilização de exemplos concretos), o que corroborava o constante desinteresse dos alunos. No entanto, a professora demonstrava bastante interesse no desenvolvimento de metodologias alternativas, assumindo suas limitações para a realização das mesmas. Esse pode ser um dado importante para posterior estudo, mas não será examinado agora.

Metodologia Didática

O tema trabalhado foi Energia, sendo as atividades contextualizadas com o tema *A cultura da cana-de-açúcar e seus impactos ambientais, sociais, econômicos e culturais*.

Usamos a definição de Zabala (1998) para os termos atividade e seqüência didática. A unidade mais elementar que constitui o processo de ensino aprendizagem e que possui, ao mesmo tempo, todas as variáveis presentes no processo é uma atividade. São, por exemplo, uma exposição dialogada, um trabalho prático, uma observação, um estudo. Já uma seqüência didática é o conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos.

Assim, procuramos trabalhar uma situação didática em que os alunos pudessem experienciar fenômenos presentes no seu dia a dia, que fossem facilmente observáveis e, a partir de atividades práticas e contextualizadas, além de outras atividades problematizadoras, formalizar os conceitos biológicos relacionados ao tema Energia.

Para atender a esse objetivo, as aulas foram realizadas priorizando o laboratório didático como espaço para o desenvolvimento das atividades, e a distribuição dos alunos nas duas bancadas nele presentes. De acordo com Krasilchik (2004), o ambiente onde os alunos trabalham é um dos elementos a serem considerados na transmissão das idéias do professor sobre o currículo e sobre os processos de ensino e aprendizagem.

Além disso, as atividades foram realizadas ora individualmente, ora coletivamente, em grupos pequenos ou maiores, de acordo com os objetivos das atividades propostas e com a disponibilidade de material para a realização das mesmas, e em círculo, quando da realização de debates.

Para a realização das atividades práticas, os materiais eram sempre preparados com antecedência e os experimentos testados para verificar se o funcionamento era o previsto. Previamente, foram discutidas as regras referentes ao respeito e à manutenção da ordem e da limpeza do laboratório, assim como a importância desse espaço para a aprendizagem em Biologia.

A seqüência didática proposta não teve como intenção a linearidade dos conteúdos trabalhados, ao contrário, fizemos a escolha por uma abordagem holística do tema, com o objetivo de facilitar a compreensão por parte dos alunos do processo global do trânsito de energia na matéria viva, assim como o estabelecimento de relações entre os conceitos estudados.

As atividades buscaram o diálogo e a discussão entre os alunos e entre nós e os alunos. Após cada atividade, de acordo com a metodologia utilizada, os conteúdos conceituais eram sistematizados e organizados sob a nossa mediação. A contextualização do conteúdo ocorreu sempre que as discussões permitiam, no entanto, algumas atividades foram propostas com esse intuito específico.

Os exercícios práticos e teóricos foram previamente elaborados, mas sofreram modificações de acordo com as necessidades sinalizadas pelos alunos no decorrer do processo, assim, outras atividades também foram inseridas na seqüência didática inicial.

Em virtude da nova proposta da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, com relação aos conteúdos curriculares propostos para o ensino médio em 2008, por meio da ação “São Paulo faz Escola”, algumas alterações nas atividades planejadas para

o semestre, no que diz respeito ao Projeto Interdisciplinar *A cultura da cana-de-açúcar e seus impactos ambientais, sociais, econômicos e culturais*, precisaram ser feitas, de maneira a contemplar os conteúdos da apostila cedida pelo Estado para a orientação das aulas, o uso do laboratório didático e as propostas do projeto.

Após a análise dos conteúdos apresentados na apostila do 1º bimestre fornecida pela Secretaria da Educação, o tema da disciplina de Biologia foi mantido, uma vez que esta apresentava os conteúdos possíveis de serem trabalhados, segundo a perspectiva energética: a constituição e produção da matéria orgânica na natureza; a dinâmica das relações entre produtores e consumidores; a importância dessas relações no ecossistema terrestre; a interferência do ser humano na natureza; e o aquecimento global.

É evidente que não se espera a superação de todos os modelos e idéias errôneas em espaço curto de tempo. Até mesmo do ponto de vista teórico, tem sido questionada a idéia de que a aprendizagem conceitual possa ter caráter vicariante (MORTIMER, 1995), ou seja, que novos conceitos devam necessariamente substituir modelos anteriores, em uma espécie de mudança conceitual (POSNER et al., 1982).

Para Kawasaki e Bizzo (2000), mais do que a correção conceitual que se espera nos estudantes, deve-se prestar atenção às relações funcionais entre as estruturas envolvidas na nutrição vegetal e animal, a partir de uma abordagem integrada do organismo e deste com o ecossistema, envolvendo as transformações de matéria e energia que ocorrem nos processos biológicos. É importante também inter-relacionar aspectos macro e microscópicos em um mesmo organismo, desde o nível celular até as trocas gasosas com o meio ambiente.

Em outras palavras, no ensino de Biologia a fotossíntese, a respiração sistêmica, a fermentação, a respiração celular e os processos fisiológicos relacionados não devem

ser abordados como tópicos isolados, mas no contexto dos processos de transformação de energia nos seres vivos.

Sabemos que os conceitos relativos à transformação de energia na natureza são um assunto extremamente complexo, que demandam um entendimento específico de processos como a fotossíntese, a respiração e a fermentação, por isso, delimitamos os conteúdos de maneira que, conforme lembra Bizzo e Kawasaki (2000), o entendimento do tema Energia possibilitasse aos alunos colocar à prova seus modelos e idéias e fossem desafiados a esclarecer três aspectos fundamentais:

- De onde provém a energia utilizada por animais e vegetais?
- De onde provém o material necessário para a síntese de substâncias orgânicas diversificadas em animais e vegetais?
- Qual o local onde a energia presente nos alimentos é liberada, com o auxílio ou não do oxigênio, em animais e vegetais?

E acrescentamos:

- Qual a importância desses processos para a manutenção da vida no ecossistema terrestre?

Assim, procuramos construir didaticamente as seguintes possibilidades de entendimento:

- O Sol é fonte primária de energia existente no planeta;
- Todos os processos biológicos dependem da ação fotossintetizante dos organismos produtores;
- Os seres vivos interagem entre si;
- A respiração celular e a fermentação são duas formas distintas de degradação da glicose;
- Há relação entre os processos celulares e sistêmicos nos organismos vivos;

- A energia presente nos seres vivos não se perde, mas se transforma em calor, movimento e em todas as funções intrínsecas à vida.

Atividades desenvolvidas

A prática pedagógica deve ser reflexiva e o planejamento e a avaliação dos processos educacionais são uma parte inseparável da atuação docente, já que o que acontece nas aulas, a própria intervenção pedagógica nunca pode ser entendida sem uma análise que leve em conta, as intenções, as precisões, as expectativas, e a avaliação dos resultados.

O quadro 1 apresentado a seguir apresenta as atividades que fizeram parte da seqüência didática, assim como seus objetivos específicos. É importante esclarecer que as atividades realizadas não correspondem ao número de aulas realizadas com os alunos, pois a maioria delas demandaram de 2 a 3 aulas sucessivas.

Quadro 1: Atividades realizadas com os alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Jaú, no tratamento do tema Energia pela disciplina de Biologia. (*Nível de atividades práticas segundo KRASILCHIK, 2004)

Título	Objetivos	Conhecimentos pretendidos	Estratégias
Atividade 1. Metabolismo dos vegetais: Fotossíntese	Identificar conhecimentos prévios dos alunos	- O processo fotossintético dos vegetais para síntese de matéria orgânica na natureza; - A luz solar como elemento essencial no processo.	Atividade prática e discussão em grupo. Nível*: segundo
Atividade 2. Questionário prévio	Identificar quais as relações que os alunos estabeleçam entre os conceitos de energia e glicose.	- A glicose como molécula importante para a utilização da energia pelos seres vivos	Questionário dissertativo; Interpretação de figuras.
Atividade 3. Vegetal enclausurado	Problematizar os alunos para que confrontassem seus conhecimentos	- Relação fotossíntese e respiração na produção e utilização de energia pelos seres vivos	Atividade prática. <i>Nível: segundo</i> Pesquisa.
Atividade 4. O caminho da energia no mundo vivo.	Sistematização dos conceitos de fotossíntese, respiração e fermentação, e suas relações na natureza.	- Relação fotossíntese e respiração na produção e utilização de energia pelos seres vivos; - Fermentação biológica; - Metabolismo energético.	Apresentação em PowerPoint; Exposição dialogada.
Atividade 5. Cromatografia de folhas coloridas.	Identificação, através da técnica de cromatografia, da presença de clorofila nas folhas coloridas; Construção de relatório; Compreensão da relação teoria/prática nos estudos científicos	- A importância da clorofila na realização do processo fotossintético.	Atividade prática de cromatografia. <i>Nível: terceiro</i>
Atividade 6. Microscopia óptica: os cloroplastos.	Identificação de cloroplastos, representação da célula vegetal. Promover o entendimento da relação ciência e tecnologia.	- Os cloroplastos como estrutura importante para o metabolismo vegetal.	Atividade prática de observação ao microscópio. <i>Nível: primeiro</i>
Atividade 7. Fermentação.	Reconhecimento da liberação de CO ₂ específico da fermentação alcoólica.	- A fermentação biológica como processo de degradação incompleta da glicose e sua importância na natureza e na economia humana	Atividade prática. <i>Nível: terceiro</i>
Atividade 8. Aquecimento Global	Problematização e elaboração de estratégia de investigação.	- Aquecimento Global; - Ponto de compensação fótico; - Ponto de saturação do gás carbônico.	Interpretação de imagem; Interpretação de gráficos; Interpretação de texto científico. <i>Nível: quarto</i>
Atividade 9. Contextuação do conteúdo.	Estabelecer relação entre os conhecimentos biológicos e as condições de produção de açúcar e álcool.	- Aspectos biológicos envolvidos com a cultura de cana-de-açúcar na região de Jaú.	Questionário.
Atividade 10. Análise de tabelas.	Interpretar dados em tabelas, relacionar aspectos econômicos, sociais e políticos na cultura da cana e emitir opiniões.	- Aspectos econômicos, políticos e sociais envolvidos na produção de energia.	Questionário com uso de tabelas.
Atividade 11. Debate	Compreensão da importância da relação entre os diversos conhecimentos	- Aspectos econômicos, políticos e sociais envolvidos na produção de energia.	Debate.
Atividade 12. Avaliação:	Avaliar a compreensão dos conteúdos e as relações estabelecidas	- Todos os conteúdos trabalhados.	Questionário; Construção de mapa conceitual; Exposição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Narrativa e discussão das atividades

Atividade 1

As primeiras atividades realizadas tiveram importância especial no desenvolvimento das atividades seguintes, pois revelaram o conhecimento que os alunos apresentavam sobre os processos relativos ao tema Energia no nível biológico, sinalizando os principais conceitos que deveríamos trabalhar posteriormente. Selecionamos uma atividade prática, que intitulamos: “Metabolismo vegetal: Fotossíntese”, para o desenvolvimento da qual utilizamos os materiais gentilmente cedidos pelo Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC), da USP de São Carlos.

Esse foi o primeiro contato dos alunos com o laboratório didático, uma vez que esse espaço estava, há muitos anos, fora de uso, tendo sido recentemente reformado para que voltasse a ser funcional, no entanto, os alunos ainda não haviam tido acesso a ele e se mostraram ansiosos e cheios de expectativas. Ao entrarmos no laboratório, percebemos que os alunos estavam muito empolgados, esperando algo como uma “mágica”, espetacular. Competiram por lugar, por tocar nas vidrarias e prestaram muita atenção em tudo que havia sobre as bancadas.

Após alguns momentos, durante os quais deixamos os alunos à vontade para reconhecerem esse espaço “novo” de estudo, pedimos a eles que se organizassem nas bancadas e iniciamos a referida atividade. Organizamos os alunos em dois grupos, uma vez que o kit de experimento, não apresentava material disponível para que fossem feitas várias montagens dessa prática. Procuramos, a todo o momento, questionar os alunos, a fim de identificar as concepções prévias que apresentavam sobre os conceitos

de fotossíntese e respiração celular, assim como a relação que estabeleciam entre esses dois conceitos.

Na sala de aula, a professora regente da disciplina já estava trabalhando os conceitos relativos à síntese da matéria orgânica na natureza, de maneira que os alunos já sabiam que era sobre o processo fotossintético que a aula prática tratava.

Sendo o objetivo dessa atividade identificar os conhecimentos prévios dos alunos, consideramos pertinente não nos aprofundarmos em conceitos específicos nesse momento, já que seria a partir das dificuldades e dos conhecimentos que eles possuíam sobre o tema que elaborariamos as próximas atividades. Foi importante deixar os alunos à vontade para fazerem perguntas e as respostas a estas foram dadas, sempre que possível, com o intuito de encorajá-los a manifestarem as suas dúvidas e de perceberem, assim, os processos pelos quais passa a construção de seus conhecimentos e, também, a busca de respostas.

Para Zabala (1998), uma seqüência didática baseada em pressupostos construtivistas deve levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos, possibilitando a adequação das intervenções do professor às necessidades apresentadas.

É importante que não apenas nas atividades iniciais de uma seqüência didática, mas durante todo o processo, se dê a oportunidade aos alunos para que falem sobre seus conhecimentos, como uma forma de avaliar as suas elaborações, adequando, se necessário, as atividades propostas.

Iniciamos a atividade perguntando se os alunos sabiam sobre qual assunto se tratava a prática e, a partir daí, lançamos várias questões incentivando os alunos a expressarem seus conhecimentos (Anexo I).

Após uma breve explicação de como seria montada a prática, sugerimos que três alunos de cada grupo se oferecessem para manipular os equipamentos. Os grupos

menores se dispuseram e montaram o experimento, tendo bastante cuidado com o material. Os outros alunos participaram observando e fazendo observações do tipo: “*ih, não vai conseguir*”, “*não deixa entrar ar*”, “*toma cuidado*”, “*vê se não quebra o vidrinho*”, “*olha só, quem vê pensa que é bom aluno...*” entre outras exclamações. Ao final, saudaram com palmas os colegas que estavam manipulando os materiais.

Dessa forma, seguindo as orientações do formulário que acompanhava o experimento e sob a nossa supervisão, cada grupo de alunos colocou um pequeno ramo de *Elodea sp* num béquer e o cobriu com um funil emborcado. O béquer foi preenchido com uma solução de bicarbonato de sódio, cobrindo a haste do funil. Um tubo de ensaio foi preenchido com a mesma solução e acoplado à haste do funil, como mostra a figura a seguir:

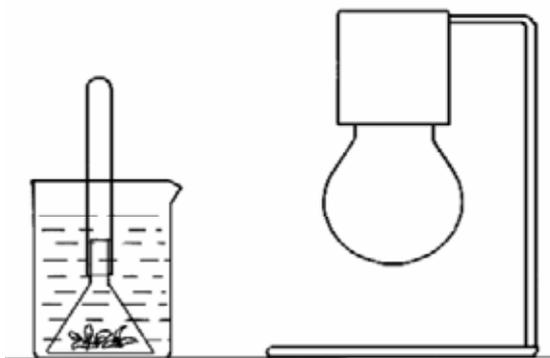


Figura 1: Esquema de montagem do experimento CDCC - São Carlos

Os alunos identificaram as vidrarias através do esquema do experimento presente no formulário e, no caso de dúvida, por intervenção nossa. Um grupo posicionou o béquer com o vegetal próximo a uma fonte de luz (Figura 1) e o outro grupo colocou sua montagem em uma prateleira fora do alcance da luz.

Após cerca de vinte minutos, durante os quais os alunos se movimentaram pelo laboratório, observando os equipamentos expostos e pedindo explicações sobre o seu

funcionamento dos mesmos. Estas foram fornecidas sempre que possível, pois a maior parte dos equipamentos pertencia a conteúdos específicos da disciplina de Física, sobre os quais não tínhamos muito conhecimento. Os alunos foram direcionados a observarem o comportamento da *Elodea sp* nos dois ensaios e questionados quanto à visível liberação de oxigênio pela planta, principalmente se tratando daquela que estava próxima à fonte de luz.

Os alunos não demoraram a concluir que o vegetal, na presença de luz, realizou uma taxa maior de fotossíntese comparada com a que estava na ausência quase total de luz e, portanto, que a luz representa um fator essencial no processo de fotossíntese, embora o processo não seja restrito a ela, já que uma importante etapa do mesmo pode ser realizada na ausência dessa variável, com utilização da matéria-prima gerada na presença da luz e utilizada pelo vegetal, durante sua ausência.

Os alunos responderam posteriormente às questões propostas, que acompanhavam o kit do CDCC: *1. O que aconteceu com a planta? 2. Por que a fotossíntese só ocorre durante o dia? 3. Qual o produto da fotossíntese?* Não apresentaram dificuldades em responder as questões, mas sempre perguntando oralmente, antes de escrever as questões no papel, o que demonstrou a insegurança dos alunos quanto ao próprio conhecimento e à verbalização. Com relação ao erro conceitual presente na questão de número 2, fizemos uma breve discussão com os alunos sobre o assunto, para não permitir que houvesse uma interpretação equivocada do processo fotossintético, de que esse processo só ocorre durante o dia e na presença da luz solar, o que é muito veiculado, mesmo em livros didáticos de Biologia (KAWASAKI e BIZZO, 2000).

Para que a fotossíntese ocorra há necessidade de luz solar como fonte de energia, que é absorvida pela clorofila e excita o elétron (Fotossistema I). Quando o elétron volta

ao estado inicial de energia, mais estável, libera a energia absorvida, usada para reduzir o NAD a NADH, um “poder redutor” imprescindível para que o processo de síntese da matéria orgânica ocorra.

É evidente a necessidade da luz na fotossíntese, sendo que é nessa fase em que ocorre a quebra das moléculas de água, gerando os íons H que serão utilizados no processo. No entanto, a informação de que a fotossíntese ocorra apenas durante o dia é incorreta, pois há uma fase da síntese da glicose, conhecida como fase escura, em que a incidência de luz direta no vegetal é desnecessária. Nessa fase há utilização da matéria-prima elaborada na fase clara para a síntese do carboidrato. Durante a noite, a fase escura continua ocorrendo, pois existe ainda matéria-prima (íons de hidrogênio) para a planta elaborar seu alimento. A fotossíntese só é cessada após um longo período ininterrupto de escuro ao qual um vegetal seja submetido.

Algumas características foram identificadas a partir das dúvidas e respostas dos alunos durante a aula e foram importantes para o estabelecimento das estratégias e atividades posteriores.

Várias pesquisas, entre elas, as de Zago et al. (2007), Almeida (2005), Almeida (2004), Souza e Almeida (2001), Souza (2000), Kawasaki e Bizzo (2000), Amorim e Braúna (1995) apontam dificuldades no ensino da Fotossíntese, revelando inúmeras concepções alternativas que, segundo Souza e Almeida (2005), são apresentadas por crianças e adultos e que dificultam a compreensão da importância da fotossíntese como um processo de síntese de alimento e, portanto, de transformação de energia.

A seguir, reunimos as concepções alternativas dos nossos alunos em duas categorias, também presentes nas pesquisas citadas acima e que julgamos essenciais, apresentando os trechos que nos sinalizaram à presença das mesmas.

1. Visão prático-utilitária dos processos biológicos: os alunos concebem os processos biológicos como fenômenos que estão a serviço da humanidade, ou seja, que têm uma função ou uma utilidade prática que lhes garantem importância na natureza. Essa visão, quando relacionada ao processo fotossintético especificamente, aparece em muitas pesquisas (ZAGO et al., 2007; ALMEIDA, 2005; ALMEIDA, 2004, SOUZA; ALMEIDA, 2001; SOUZA, 2000; KAWASAKI; BIZZO, 2000; AMORIM; BRAÚNA, 1995) e, para Kawasaki e Bizzo (2000) são erros que não se encontram circunscritos ao contexto escolar, mas estão difusos na sociedade e a escola, ao invés de recolocá-los, os perpetua.

Os autores citam vários equívocos que podem ser gerados nesse contexto, por exemplo, a idéia de que devemos preservar as matas porque estas garantem e suprem a maioria do oxigênio que respiramos, ou ainda, a crença generalizada de que as plantas são importantes agentes despoluidores. Por meio de equívocos como estes a escola pode comprometer a atuação social dos cidadãos, que deixam de compreender as verdadeiras razões da importância da preservação de matas e florestas.

Assim, quando questionados sobre a importância da fotossíntese ou sobre o porquê de sua realização pelos vegetais, as respostas dos alunos foram categóricas:

P: pra que a planta realiza a fotossíntese, pessoal?

A: **pra produzir oxigênio pro ambiente... Pra gente respirar.**

A: **as plantas eliminam o oxigênio pro homem...**

P: e você acha que é essa a importância do processo?

A: **é...**

A: **se as plantas não fizessem fotossíntese, a gente não ia mais ter oxigênio pra respirar.**

A: **elas purificam nosso ar...**

2. Fotossíntese como um tipo especial de respiração: um dos obstáculos mais encontrados na literatura é a tendência em se apresentar a fotossíntese como sinônimo da respiração das plantas. Uma vez que nos dois processos as plantas realizam trocas gasosas, pode-se concluir que sejam a mesma coisa. Segundo Kawasaki e Bizzo (2000), é freqüente a oposição entre fotossíntese e respiração, o que tem conduzido à idéia de que os animais respiram e plantas não, pois elas realizam fotossíntese e os animais não, quando na verdade ambos respiram – de dia e de noite – mas apenas as plantas realizam fotossíntese, que depende da luz do dia, mas pode ser completada à noite.

É o que observamos no excerto do diálogo professor-alunos:

P: ... E o que é a fotossíntese?

A: **é aquilo que as plantas fazem.**

P: aquilo o quê?

A: **é o processo... como as plantas respiram...**

P: entendi. Então os animais respiram e as plantas fazem fotossíntese?

A: **é!**

P: mas as plantas não respiram também?

A: **não, né?!... eu acho que não**

P: e aí pessoal, sim ou não? O que vocês acham?

A: **não!!!** (vários responderam em coro)

P: bom, o que as plantas retiram do ambiente?

A: **água... terra...**

A: **retiram gás carbônico e eliminam oxigênio**

Para Almeida (2005), esse tipo de explicação, vaga e superficial, que os alunos dão ao processo fotossintético é devido, por um lado à freqüente abordagem superficial

do fenômeno no ensino do tema, restringindo-se apenas “ao que entra” e “ao que sai” da planta e, por outro lado, à abordagem detalhista e memorística da terminologia científica criada para descrever o processo, o que não prioriza a compreensão de seus aspectos orgânicos fundamentais dos pontos de vista fisiológico, ecológico e evolutivo. Nesse caso, o aluno se satisfaz apenas com o acordo verbal das definições, imobilizando-se. Ele responde “é o processo”, “aquilo que as plantas fazem”, “absorvem gás carbônico, eliminam oxigênio”, como se essas palavras fossem auto-explicativas.

Além das concepções alternativas específicas aos conceitos de fotossíntese e respiração, a indagação feita pelo aluno: “*professora, achei que a gente iria ver fogo, aquelas coisas assim...*”, ou outras coletadas durante a aula, como “*é daqui que sai fogo?*”, “*esse negócio explode?*”, ao lado da ansiedade aparente dos alunos em conhecerem o laboratório e a curiosidade quanto ao funcionamento dos equipamentos em geral, nos evidenciaram a presença marcante de uma visão estereotipada da atividade científica. A idéia de que os cientistas são pessoas muito reservadas, estudiosas e super inteligentes, que passam a maior parte do tempo dentro de um laboratório, cujos equipamentos são perigosos e de difícil utilização, fazendo descobertas importantes para a humanidade, está presente na maior parte dos indivíduos, mesmo os escolarizados, uma vez que esta é a visão de ciência transmitida pela mídia através de seus vários meios e até mesmo pelas escolas e por alguns professores.

É preciso ressaltar que o uso do laboratório foi de extrema importância na realização dessa atividade, pois os alunos se sentiram motivados e à vontade para participar das discussões que foram surgindo durante a prática e para revelar suas dúvidas e concepções quanto ao assunto tratado. O diálogo a seguir é parte da interação professor/aluno que evidencia isso:

A: a dona vai vir sempre?

P: sim, eu venho.

A: traz a gente no laboratório mais vezes. É mais legal, passa mais rápido...

Além disso, constantemente perguntavam sobre os conteúdos, ansiosos pelas respostas às quais tinham dificuldade em chegar.

A: vai, dona, responde... as plantas respiram?

A: não lembro professora, fala você...

A: tem carbono na água, professora?

Essa situação também pode estar relacionada ao fato dos alunos não estarem acostumados com atividades em que tenham que expressar-se, emitir dúvidas. As aulas tradicionais inculcem nos alunos um caráter imediato do conhecimento científico e da aprendizagem, assim, é mais fácil que o professor transmita a informação do que permitir a busca desse conhecimento, o que cria uma dependência com relação ao professor que nada tem a contribuir com a formação autônoma dos indivíduos.

As pesquisas da década de 1970 e 1980 enfatizaram os aspectos negativos dos conhecimentos prévios dos alunos (SMITH et al., 1993). A função da educação seria, a partir desse ponto de vista, promover a substituição das concepções alternativas. No entanto, alguns estudiosos reconhecem que esses conhecimentos, mesmo quando equivocados, podem ser usados como ponto de partida para o desenvolvimento de novos ou melhores entendimentos sendo que, ainda hoje, existem divergências quanto à natureza do conhecimento prévio e quanto às melhores estratégias para promover a aprendizagem do conhecimento escolar e essa questão tem sido reavaliada (BARBOSA e BORGES, 2006; CLEMENT, 2000).

Neste trabalho, adotamos o pressuposto de que o conhecimento prévio do aluno é, do ponto de vista da ciência escolar, fragmentado e inconsistente, mas não pode ser

substituído por aquilo que desejamos que o aluno aprenda. Assim, buscamos valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os tópicos estudados para, a partir deles, desenvolver estratégias e ambientes de ensino e aprendizagem que os levassem a revisar e a reconstruir seus conhecimentos, tornando-os mais próximos dos modelos aceitos como científicos.

Algumas concepções prévias (não errôneas e importantes para a continuidade do processo de aprendizagem) que os alunos apresentavam e que foram essenciais para o estabelecimento das relações seguintes, são:

1. Somente os vegetais realizam a fotossíntese;
2. Nesse processo há absorção de gás carbônico e eliminação de oxigênio pelas plantas;
3. No processo de respiração há absorção de oxigênio e eliminação de gás carbônico;
4. Existe uma relação importante entre animais e vegetais devido às trocas gasosas que realizam.

Ainda, com relação às habilidades cognitivas, podemos apontar a síntese de significação estabelecida pelos alunos:

- *Observaram o comportamento do vegetal Elodea sp na presença e na ausência de luz;*
- *Identificaram os elementos presentes no ensaio, gás oxigênio;*
- *Compararam as duas montagens, estabelecendo relação entre a variável luz e a concentração de oxigênio liberado pelo vegetal;*
- *Concluíram que na presença da luz o processo de fotossíntese é intensificado, ou seja, existe uma relação entre a distância do vegetal em relação à luz solar e a intensidade do metabolismo fotossintético..*

Atividade 2

O núcleo do metabolismo energético é a molécula de glicose, portanto, energia em termos biológicos está estritamente relacionada com essa molécula, cuja síntese e degradação permitem a utilização da energia pelos diversos organismos biológicos. Com o objetivo de identificar como os alunos percebiam a molécula de glicose e quais relações estabeleciam entre glicose e energia, propusemos um questionário (Anexo II) e sua discussão posterior.

Com relação à primeira questão: *Observe as figuras (Anexo II) a seguir e responda: Quais semelhanças existem entre os dois seres apresentados? Quais diferenças existem entre eles? Existe alguma interação entre eles? Qual?* Os alunos citaram principalmente o fato de os dois seres apresentarem vida (resposta presente no questionário de todos os 21 alunos), mas apareceram também as respostas: precisam de ar e água para viver (14 alunos), os dois morrem (10 alunos), os dois se reproduzem (6 alunos).

Com relação às diferenças, as mais citadas foram: a forma de locomoção (16 alunos), a morfologia (9 alunos), a forma de obtenção de alimentos (4 alunos).

No que se refere às interações entre os dois seres vivos, núcleo da questão, uma vez que era nosso objetivo verificar as relações que os alunos estabeleciam entre a obtenção de energia pelos animais e vegetais, os alunos (17) citaram que as aves utilizam-se do oxigênio eliminado pela fotossíntese que a árvore realiza. Isso evidencia o que inferimos na análise da atividade anterior, quanto à ênfase dada às trocas de gases nos processos de fotossíntese e respiração. Os alunos acabam por basear esses processos nas trocas gasosas, que são consequência dos mesmos, e não os relacionam à produção/obtenção de alimento e utilização de energia pelos seres vivos, característica

primordial dos fenômenos. Mesmo tendo sido realizada a atividade anterior em que foi apresentada, embora de maneira superficial, essa relação, apenas 8 dos 21 alunos analisados citaram que as aves se utilizavam dos alimentos produzidos pela planta no processo de fotossíntese. Embora outros 5 alunos tenham citado que os pássaros interagem com as árvores para comer seus frutos e sementes, não conseguimos verificar se esses alunos consideravam a produção desses alimentos pela fotossíntese ou apenas se basearam em observações de sua vivência cotidiana, dado que a resposta por si só não indica o raciocínio do aluno, é preciso levar em consideração a sua elaboração (LORENCINI, 1995).

Outras relações citadas foram: a ave se utiliza da árvore para descansar (15 alunos), para fazer seus ninhos (8 alunos) e a árvore aproveita a ave para a dispersão de sementes (2 alunos).

Com relação à segunda questão: *todos os seres vivos necessitam de energia para viver. De onde os vegetais e os animais retiram energia para o seu sustento?*, a maior parte dos alunos fez referência à fotossíntese nos vegetais, provavelmente por terem feito a atividade anterior, mas também citaram outras fontes como o solo, a água, os sais minerais, entre outros fatores abióticos do meio.

Sobre os animais, os alunos fizeram referência à alimentação, mas não apareceu nas respostas qualquer elemento que demonstrasse uma relação estabelecida entre a alimentação e a respiração celular.

A maioria dos alunos demonstrou não ter idéia do que acontece, no nível celular durante os processo de obtenção e conversão de energia química para os seres vivos, como mostram os gráficos apresentados a seguir (figuras 2 e 3), referentes às respostas dos 21 alunos investigados com a questão *Em que local é liberada no organismo vivo a energia presente em animais e vegetais, que permite sua sobrevivência?*

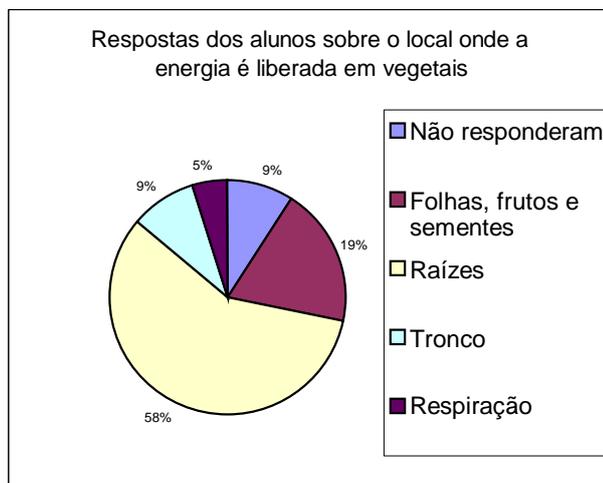


Figura 2. Distribuição das respostas dos alunos quanto à liberação de energia em vegetais



Figura 3. Distribuição das respostas dos alunos quanto à liberação de energia em animais.

Embora os alunos tenham respondido que as plantas obtêm seu alimento por meio da fotossíntese, a questão posterior revela que os mesmos não apresentam uma compreensão satisfatória desse processo, uma vez que ainda está presente a idéia de nutrição vegetal através das raízes. Mais da metade dos 21 alunos respondeu que a

energia é liberada nos vegetais pelas raízes. Esse resultado está presente também nas pesquisas de Kawasaki (1998) e Kawasaki e Bizzo (1999), os quais explicam essa tendência apontando que, ao chegar ao ensino formal, o aluno já traz de sua vivência cotidiana idéias sobre a nutrição, fotossíntese e respiração e, partindo da concepção de que plantas são seres vivos, prevalece nos estudantes o modelo de nutrição heterotrófica, ou seja, que o vegetal retira seu alimento pronto, do solo por meio de suas raízes.

Esse modelo é equivocado e cheio de incoerências, afinal, como as plantas que não vivem no solo se alimentariam? Por analogia e, levando em conta a resistência dos indivíduos em abandonar seus conhecimentos prévios, provavelmente diriam que pela água. Assim, baseados na analogia com o modelo heterotrófico de obtenção de alimento, que é mais próximo de sua vivência (uso de fertilizantes e adubos para a planta crescer, por exemplo) esse modelo torna-se coeso e coerente para os alunos.

Dessa forma, concordamos com os autores (KAWASAKI e BIZZO, 1999) quando afirmam que os professores devem partir desse modelo de nutrição vegetal para desenvolver com os alunos o modelo científico do processo, já que os minerais, a água e os sais que a planta retira do ambiente pelas suas raízes, são importantes elementos que participam do processo de nutrição mineral do vegetal, mas são complementares. As plantas não sobrevivem, assim como os animais, alimentando-se apenas de moléculas inorgânicas ou sais.

As folhas, frutos e sementes também estão largamente presentes na linguagem dos alunos quanto à produção e liberação de energia nos vegetais. É preciso lembrar, quanto a esse fator, que a abordagem presente no ensino de ciências, partindo de uma visão compartimentada do vegetal, com cada parte sendo responsável por uma função (KAWASAKI, 1998), é determinante para que os indivíduos considerem a folha como o

local de produção de alimento no vegetal, enquanto os frutos e sementes são as partes que armazenam a energia, pois são essas as partes das plantas mais comumente utilizadas pelo homem como alimento (assim como as raízes também são).

Quanto à liberação de energia em animais, 47% dos 21 alunos se referiram ao aparelho digestório, o que nos leva a acreditar que o processo de nutrição animal é para os alunos um tópico fragmentado que começa e termina no mesmo sistema orgânico, não apresentando relação com os outros sistemas como a circulação ou a respiração. Essa é a forma como os sistemas fisiológicos são freqüentemente apresentados aos alunos no ensino fundamental, e que também está presente nos livros didáticos de ciências, onde o corpo humano é apresentado dividido em vários sistemas, cada qual com sua função específica. Assim, o alimento é rapidamente associado ao sistema digestório.

Outros 19% relacionaram a liberação de energia com os movimentos e 14% com os músculos. Quando questionados, ambos os grupos disseram que se precisamos de energia para nos mover, então a liberação de energia deve ocorrer nos músculos envolvidos no movimento. Embora a resposta faça sentido no que se refere ao movimento em particular, mais uma vez podemos inferir a fragmentação do ensino que inculca nos indivíduos noções fragmentadas dos processos biológicos. Além disso, o movimento é o trabalho mais evidente realizado pelo corpo e é enfatizado, tanto nos manuais didáticos quanto no discurso dos professores, na abordagem da necessidade de energia nos seres vivos.

Relativo a esse aspecto, Luz e Da Poian (2005) lembram que, em se tratando do metabolismo energético no homem, o tema está muito relacionado a assuntos cotidianos como as dietas de emagrecimento, que incluem exercícios físicos ou ao uso de

hormônios anabolizantes; isso pode contribuir para a formação de modelos insuficientes do ponto de vista da ciência, por parte de nossos alunos.

Apenas 1 aluno relacionou o processo de respiração com a liberação de energia em vegetais e animais, mas confirmou não saber como isso ocorre. Esse tipo de conhecimento está, para Zago et al. (2007), relacionado à fragmentação e à descontinuidade da condição real dos fenômenos. Segundo o autor, os alunos que abordam a problemática de um fenômeno biológico, de forma geral, estão associados a situações em que os sujeitos não demonstram dúvidas, nem questões, nenhum desafio, nada a aprender. Há apenas um conhecimento vago, com a sensação de que já se sabe tudo o que precisa ser conhecido sobre o fenômeno.

Acrescentamos, ainda, a dificuldade que os alunos apresentam em entender os conceitos no nível celular, ou seja, eles conseguem falar sobre o processo, sem reconhecer as instâncias às quais o conceito se aplica. Segundo Barbosa e Borges (2006), isso acontece principalmente quando os conceitos são abstratos, como o são os processos que ocorrem em nível celular, ou seja, conceitos cujos significados não se mapeiam diretamente em experiências concretas da vida.

Os termos citados pelos alunos, a partir da questão: *complete a tabela abaixo com palavras que você relaciona aos termos: Energia / Glicose*, foram reunidos em tabelas e agrupados em algumas categorias que achamos pertinentes, apresentadas nas figuras 4 e 5. Os alunos tinham espaço para associarem quantas palavras quisessem e, assim, as porcentagens são referentes ao número total de ocorrência de palavras, analisando todos os questionários, que foram 201 ocorrência de palavras associadas a Energia e 167 palavras associadas a Glicose.

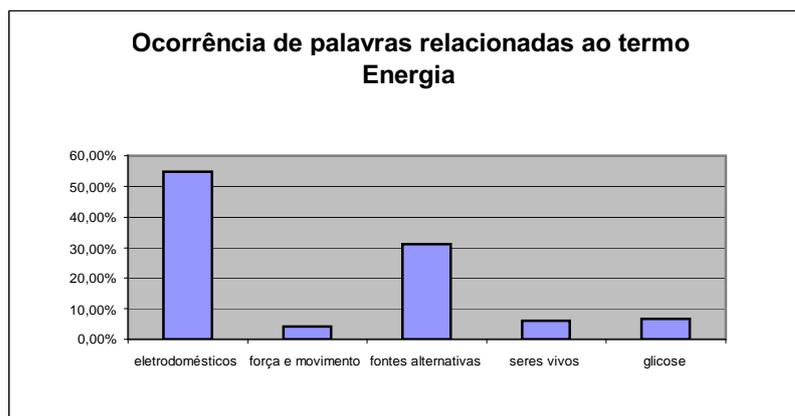


Figura 4. Agrupamento de palavras relacionadas ao termo Energia em porcentagem de ocorrência.

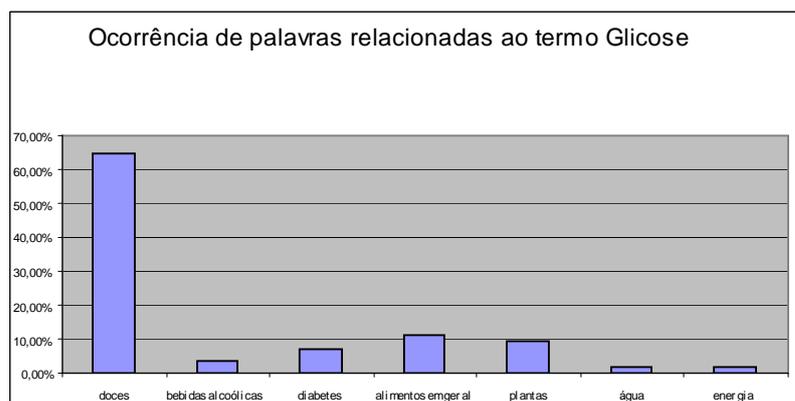


Figura 5. Agrupamento de palavras relacionadas ao termo Glicose em porcentagem de ocorrência.

Uma análise baseada nas palavras apresentadas pelos alunos e na discussão feita posteriormente com o grupo de alunos permite-nos dizer que:

- 1) A maior parte das palavras citadas se refere à utilização das palavras Energia e Glicose no cotidiano dos alunos;
- 2) A maioria dos alunos não considera uma relação direta entre a glicose e a energia;

Esses resultados estão de acordo com as pesquisas realizadas nas décadas de 70 e 80 a respeito das concepções prévias dos estudantes sobre o conceito de energia, cujos

resultados indicam uma tendência de se dedicar mais atenção e de se dar mais importância às características observáveis dos fenômenos estudados, sem se ocupar de entidades hipotéticas ou invisíveis e abstrações para explicar fenômenos. É o caso de pesquisas como as de Borges (1999), Trumper (1997), Higa (1988), Henrique (1996), Souza Filho (1987), Pérez – Landázar et al. (1995), Solomon (1985) e Gilbert (1985), entre outras, que apontam que os conhecimentos que se fazem presentes na vivência dos alunos permanecem mais intensamente do que aqueles conhecimentos que são apenas relacionados ao contexto escolar.

O exame das palavras indica que os alunos reconhecem a existência de energia em situações prototípicas, que estão sempre presentes nos meios de comunicação e são tratadas nas disciplinas do ensino fundamental. Por exemplo, cerca de 60% das palavras se referem à *eletricidade* ou a *eletrodomésticos*, e quando os alunos foram questionados sobre o porquê dessas respostas, disseram que eram “as coisas que eles viam”. É importante também ressaltar que essas palavras foram as que primeiramente apareceram em todos os questionários avaliados, o que demonstra que são essas as mais imediatas representações que os alunos têm quando se referem ao termo energia. No caso das *fontes alternativas de energia*, correspondendo a cerca de 30% das palavras, estas são assuntos recorrentes nos noticiários de televisão e nos textos jornalísticos, uma vez que os problemas ambientais por que passa o planeta Terra reclamam soluções baseadas na utilização mais racional das fontes de energia presentes na natureza. Foram agrupadas nessa categoria, as respostas como vento e sol, pois ao serem questionados sobre o motivo de os citarem, os alunos argumentaram serem essas fontes alternativas de energia.

Watts (1983) afirma que os estudantes têm dificuldades para imaginar objetos inanimados como possuindo certa quantidade de energia, excetuando-se os sistemas

rotineiramente utilizados no cotidiano em que essa energia possa estar armazenada e, nesse caso, ser responsável por desencadear os fatos ou fenômenos observáveis, como as baterias, petróleo ou carvão mineral, gasolina, etc., que também foram citados pelos alunos.

A palavra glicose, por sua vez, aparece muito no cotidiano quando são apresentados fatores relativos à doença *Diabetes Melitus*, como os exames relativos aos níveis de glicose no sangue, o fato de o diabético ter que evitar alimentos ricos em açúcar, que é entendido pelos alunos como doces e guloseimas. Dessa forma, 70% das palavras relacionadas são relativas a *alimentos doces*, sendo que apenas 6 alunos se referiram à palavra *gordura* na caracterização da glicose, o que nos leva a considerar a forte tendência de os alunos em não considerarem outros nutrientes como fonte de glicose que não o açúcar da cana (sacarose).

Relacionado a isso, Oliveira et al. (2003) realizaram uma pesquisa com alunos ingressantes em diferentes cursos da universidade e, observando que uma grande proporção dos mesmos apresentava uma concepção cientificamente incorreta de que apenas os carboidratos poderiam ser utilizados na produção de energia pelas células humanas, sugeriram através da análise de livros texto de Ciências e Biologia, que a concepção cientificamente incorreta e dominante entre os alunos teria origem no ensino formal, especialmente no ensino classificatório dos nutrientes, na 7ª ou 8ª séries, que atribui funções únicas e específicas para cada nutriente. Assim, atenção especial deve ser dada a esses conteúdos, especialmente no ensino médio, de maneira a não acentuar a ênfase dada à glicose como açúcar e energético em restrição a outros elementos como as gorduras e mesmo a outros tipos de carboidratos.

Apenas 4 alunos relacionaram energia com *glicose* e disseram o terem feito baseados na aula anterior, quando foi feita a prática sobre fotossíntese, ou seja, são

conceitos pouco mencionados em situações cotidianas, mas extremamente importantes no estudo da Biologia.

Em uma questão aberta como essa, ou seja, de livre-associação, solicitando apenas que citassem palavras que considerassem associadas aos termos em questão, os alunos provavelmente não se preocuparam em responder à questão de maneira correta e, portanto, acreditamos que suas citações nos tenham dado apenas uma visão geral de como os alunos concebem esses dois termos e de que, em geral, não os relacionam.

Podemos notar, também, que as palavras selecionadas são aquelas que correspondem a situações usuais e as justificativas oferecidas pelos alunos parecem estar ligadas à lembrança de fatos e informações recorrentes na própria escola, em situações do dia-a-dia e nos meios de comunicação. “O vento pode ser uma fonte limpa de energia”, a “água move as turbinas das hidrelétricas”, a “planta produz a glicose para crescer”, são afirmações ouvidas e usadas como auto explicativas, ancorando o entendimento dos estudantes. Esse modo de pensar é, segundo Barbosa e Borges (2006), típica dos estudantes pouco acostumados a exercícios de abstração.

Em conjunto, as duas primeiras atividades nos revelaram um arcabouço de respostas com pouca vinculação ao significado de energia do ponto de vista das ciências biológicas, refletindo uma fragmentação do conhecimento dos alunos sobre o conceito, o que para Barbosa (2003) é natural em indivíduos da escola básica ou com pouca familiaridade com a forma como os especialistas utilizam o conceito.

Diante do exposto, consideramos que novas atividades deveriam ser proporcionadas em um nível mais profundo de discussão, para possibilitar aos alunos elaborarem/reelaborarem suas percepções iniciais sobre a relação glicose/energia em níveis epistêmicos mais complexos, propiciando, para isso, oportunidade aos alunos de levantarem suas próprias hipóteses e testá-las, criando condições para que essas idéias

fossem discutidas em grupo e com a orientação do professor que teve, nesta pesquisa, a função de sistematizar os conhecimentos gerados, assumindo o papel crítico, argumentando com novas idéias e exemplos.

Atividade 3

A postura construtivista, disseminada nos últimos trinta anos, tem como marco central a participação do aluno no processo de construção do conhecimento e o professor como seu mediador ou facilitador, valorizando a participação ativa do estudante na resolução de situações problemáticas, possibilitando-lhe predizer respostas, testar hipóteses, argumentar, discutir com os pares, podendo atingir a compreensão de um conteúdo. Fica evidente a necessidade de se investir na proposição de metodologias e estratégias capazes de proporcionar o desenvolvimento cognitivo do aluno. Atividades práticas, elaboradas como situações problemáticas, podem promover a atividade mental do aluno, necessária para a construção de um conceito.

O conhecimento depende da elaboração de hipóteses, cuja sustentação depende do grau de verificação que podemos alcançar. Assim, para Caldeira (2005), o papel essencial do ensino de ciências está na construção do raciocínio lógico, sustentado por diversas formas sensoriais, lingüísticas e matemáticas, etc.

Ao dizer que um fato é abstrato (porque não se repete nunca da mesma forma), o que observamos é concreto, traz implícita a idéia de que há um caminho a ser percorrido entre a abstração/concretude/abstração, referente ao espaço temporal dispendido entre a percepção e a enunciação.

Assim, problematizar os alunos para que eles investigassem e repensassem seus conhecimentos sobre o metabolismo dos diferentes seres vivos e sua importante relação na natureza, compreendendo as transformações da energia no ecossistema terrestre, foi o objetivo pretendido a partir da verificação das suas concepções prévias.

Realizamos uma aula, no laboratório didático, prática que consideramos de segundo nível (KRASILCHIK, 2004); esta teve início com o seguinte questionamento aos alunos: *Imagine que um animal seja colocado dentro de um vidro todo fechado. O que ocorrerá com ele?*

Como era esperado, os alunos responderam que o animal “morreria de falta de ar”, ou “sufocado”. Pedimos que os alunos elaborassem uma resposta mais específica, perguntando: *Por que o animal morreria sufocado?* A resposta foi geral, o animal “pegaria todo o oxigênio do ar e só ia sobrar gás carbônico no frasco”. Então foi lançada a questão: *O que deverá acontecer se o mesmo for feito com um vegetal?* Os alunos foram instigados a levantar suas hipóteses sobre o comportamento do vegetal, e as hipóteses levantadas estão apresentadas na Tabela 1 e agrupadas na Tabela 2 e na Figura 6.

Tabela 1: Respostas dos alunos sobre o que aconteceria com o vegetal enclausurado (identificação dos alunos conforme número da lista de chamada).

Faltarão oxigênio	22, 03
Morrerá também porque todos os seres vivos necessitam de água, luz e oxigênio.	02, 33, 37
Ele também morrerá, pois respira o gás carbônico e solta o oxigênio não utilizado pelos vegetais e com a falta de gás carbônico, muito provavelmente o vegetal morrerá.	05, 14, 24
O vegetal irá murchar.	19, 28, 35
O vegetal pode morrer e acontecer o mesmo que aconteceu com o animal.	07, 23, 27
A mesma coisa, porque ele vai murchar quando o oxigênio acabar.	20, 32
Ele murcha	04, 11, 18
Não responderam	26, 1

Tabela 2: Agrupamento das respostas sobre o comportamento do vegetal frente ao enclausuramento.

Resposta	Nº de alunos
Morrerá	11
Murchará	6
Não respondeu	2
Resposta confusa, de difícil compreensão	2



Figura 6. Hipóteses levantadas pelos alunos com relação ao comportamento do vegetal enclausurado.

Uma análise dessas hipóteses levantadas pelos alunos indica, mais uma vez, que eles não entendem os processos de fotossíntese e respiração como complementares e que acreditam que apenas a fotossíntese é realizada pelos vegetais. Embora já tivéssemos feito essa observação quanto ao metabolismo dos vegetais, em ocasião anterior, os alunos pareceram não ter dado atenção a essa informação, ou não a relacionaram aos eventos que poderiam permitir a vida do vegetal em um ambiente fechado. Essa atividade requer que os estudantes mobilizem seus conhecimentos sobre

os dois processos, de síntese e degradação da glicose, para fazerem suas previsões e interpretarem as observações.

Assim, com uma garrafa pet, descartável, e um pequeno vaso de folhagem, construímos uma prática para observação: a garrafa foi cortada de maneira que o vaso ficasse encaixado em sua borda e o vegetal, dentro da garrafa. As fronteiras entre os objetos, assim como a tampa da garrafa foram vedadas com fita isolante e “durepox” para evitar a entrada de ar. A garrafa foi deixada na presença da luz e observada por duas semanas seguidas (quando foram realizadas as atividades 5 e 6), tempo em que os alunos puderam testar suas hipóteses pela observação.

Pedimos aos alunos que pesquisassem sobre o porque de a planta permanecer viva dentro da garrafa, mas verificamos, no decorrer das aulas, que os alunos não realizavam estudos em casa ou, fosse por não terem esse hábito ou por trabalharem no período oposto ao das aulas ou, ainda, por não terem sido incentivados a estudar fora do período das aulas. A noção de que os conhecimentos podem ser construídos pelos próprios alunos, através de leituras, pesquisas e observações não é comum a esses alunos, pois a constante insistência dos mesmos, pedindo que lhes déssemos as respostas das questões propostas, durante os diálogos, é um indicativo de que para o aluno o professor é a fonte de informação e deve transmitir os conhecimentos que possui.

Após uma semana, o vegetal deixado no laboratório estava em condições morfológicas normais o que provocou os alunos quanto às hipóteses que haviam levantado. No entanto, eles insistiram nas mesmas, procurando fatores que pudessem explicar o comportamento da planta e validar suas hipóteses. No diálogo abaixo podemos perceber isso:

P: e então, por que será que a planta não morreu?

A: ah... Professora, não é a mesma é?

P: mas é claro, né... Achem que eu ia trocar a planta...

A: a planta não morreu porque está entrando ar por algum lugar.

P: será?

A: tá sim, senão ela já teria morrido, pelo menos murchado.

P: então, e não aconteceu nada, por que será?

Após duas semanas, os alunos ainda mantinham suas hipóteses iniciais, manifestando dúvidas quanto à validade do experimento e à nossa conduta, como é descrito a seguir:

P: olha a nossa plantinha... Está do mesmo jeito que a gente deixou... Vocês viram??

A: ih professora, tem algo errado aí.

P: bom, quem acha que está entrando ar no frasco? (a maioria dos alunos levantam as mãos) e o restante, acha que a planta não morreu por quê?

A: acho que é porque ela faz fotossíntese.

P: sim, mas o que tem isso a ver? Você pode me explicar?

A: a planta produz o oxigênio.

P: mas não vai chegar uma hora que o gás carbônico do ar vai ser totalmente consumido pela planta?

A: A... é verdade. Desculpa professora, eu não sei.

P: Vamos vedar então o frasco com durepox, assim não vai ter como entrar ar.

A: E pela terra, não entra ar???

P: Como assim?

A: pelos furinhos no fundo do vaso.

P: Ok. Vamos fechar os furinhos também....

Frente aos resultados até então coletados e à falta de hábito dos alunos em realizar atividades fora do período das aulas, sentimos necessidade de trabalhar os conceitos mais específicos de maneira expositiva, dialogada. Esperávamos que a partir desse procedimento os alunos pudessem estabelecer relações entre os processos de síntese e degradação da glicose e chegassem, assim, a uma resposta mais próxima à científica para explicar os resultados da atividade.

Atividade 4

Preparamos uma apresentação em PowerPoint, intitulada: “O caminho da energia no mundo vivo”, cujo conteúdo era ilustrativo e conceitualmente completo. Essa aula foi dividida em duas, devido ao grande aporte de conteúdos tratados. Os alunos demonstraram dificuldades com relação aos nomes das moléculas apresentadas, de maneira que um resumo teórico foi sendo feito para auxiliá-los durante um estudo posterior.

Isso significa que a cada tipo de fenômeno apresentado, os alunos deveriam fazer suas anotações, guiados por questões seguindo o modelo: “*O que aprendi sobre as reações que consomem energia?*”, “*O que aprendi sobre a fotossíntese?*” E assim por diante. Essa etapa foi importante, pois muitas dúvidas surgiram no momento em que foram sistematizar seus conhecimentos, as quais puderam ser sanadas, já que procuramos levantar questões e exemplos ou contra-argumentos, criando uma situação efetiva de aprendizagem. Essas anotações ou resumos teóricos foram lidos e deixados no caderno dos alunos, constituindo um aporte teórico, pois apresentavam as principais características dos processos de fotossíntese, respiração celular e fermentação, bem como informações gerais sobre o metabolismo energético (reações endergônicas e exergônicas).

Considerando que a autoconsciência sobre o que se acredita saber é uma das primeiras etapas metacognitivas para se progredir na construção do seu próprio conhecimento (NOVAK e GOWIN, 1998), esse tipo de tarefa, em que o aluno deve pensar sobre o que sabe e o que não sabe, representa uma estratégia pedagógica importante para o desenvolvimento da autonomia dos alunos, pois como SALEMA (1997) afirma, pensar sobre o que sabe, ajuda o aluno a compreender seus fracassos e regular sua própria aprendizagem.

Para a apresentação, utilizamos a estratégia de exposição-dialogada. As aulas expositivo-dialogadas ou também chamadas expositivo-participativas por alguns autores (CAMARGO, 2005; AEBLI, 1982), constituem uma prática orientada por uma concepção cognitivista da aprendizagem, uma vez que constituem uma oportunidade de participação mais ativa do aluno em seu processo de aprendizagem, sendo que as perguntas feitas pelo professor durante as aulas podem levar o aluno a refletir sobre o que está sendo tratado, estabelecer relações com outras informações, e avaliar seu processo de aprendizagem, sistematizar seu conhecimento e despertar o seu interesse e a motivação para aprender. Além disso, uma aula expositivo-dialogada, muito mais que a expositiva, propicia um *feedback* para o professor sobre o que os alunos estão aprendendo e pode ter um impacto sobre as concepções dos alunos a respeito do processo de construção do conhecimento.

Enquanto uma aula expositiva tradicional valoriza o conhecimento como produto elaborado por outro e assimilado de forma pronta e acabada, a aula expositivo-dialogada pode valorizar o conhecimento individual como fruto de uma busca, do levantamento de hipóteses e da argumentação lógica (CAMARGO, 2005). Isso sem falar no desenvolvimento de algumas habilidades importantes como a de somar idéias para expressar suas opiniões e concepções, e o estabelecimento das relações afetivo-

relacionais entre o professor e o aluno, importantes no processo de construção de conhecimento.

Nessa aula, embora os processos bioquímicos tenham sido apresentados de uma maneira completa, ou seja, com abordagem e discussão dos vários nomes das estruturas e moléculas, o objetivo do estudo era o entendimento dos processos de maneira geral e inter-relacionada e não a memorização dos nomes e seqüências de reações. A formulação dessa apresentação merece destaque, uma vez que transpor esse conteúdo, que é bastante complexo em termos de reações químicas em uma linguagem compreensível, mas não reducionista do processo, não foi uma tarefa fácil. Foi preciso criar uma seqüência organizada do conteúdo de forma simples, mas não simplista que possibilitasse ao aluno, durante nossa apresentação, encontrar um caminho lógico para a formulação dos conceitos.

Os livros didáticos geralmente apresentam esse conteúdo ou de forma reducionista, enfatizando as reações e as moléculas, de modo que a compreensão não é facilitada e resulta em memorização de fragmentos para as provas ou, por outro lado, são apenas citados os aspectos gerais dos processos de produção e degradação da glicose, o que também não favorece a aprendizagem por suprimir os aspectos mais específicos dos fenômenos.

Durante a apresentação do conteúdo, alguns pontos emergiram como, por exemplo, a importância de se tratar dos assuntos relacionados aos fenômenos naturais de maneira holística, ou seja, a explicação dos processos em todos os níveis de vida sendo explicados de maneira conjunta. Uma observação feita por um aluno mostrou-nos não só a importância dessa abordagem holística dos conteúdos, como também do *feedback* que é possível obter em uma aula expositivo-dialogada.

A: nossa, professora, a gente sempre aprendeu isso e eu nunca tinha imaginado que uma coisa fazia parte da outra, que tinha relação...

P: como assim?

A: a, a respiração, por exemplo, eu imaginava que era uma coisa e a respiração celular, outra... Assim, eu percebi como a gente é perfeito... O sistema circulatório, respiratório, e o digestivo são tudo uma coisa só. Se faltar um o outro não funciona.

A: as trocas de gases e a produção e consumo de alimento também, né dona, se faltar um ser vivo, o outro é prejudicado.

P: essa relação que vocês fizeram é muito importante. É por isso que a gente tem que saber dessas coisas todas... não pelos nomes difíceis, mas pra gente ter noção de como tudo se relaciona e como temos que preservar esses processos...e seres vivos.

Nesse excerto, percebemos que os alunos estavam construindo os conhecimentos sobre metabolismo energético, e as observações feitas por eles ajudam o professor a ter noção das dificuldades e/ou das habilidades que estão sendo construídas durante a aula. Além disso, nossa resposta, estimulando a relação estabelecida pelos alunos, pode representar um importante fator de motivação para a aprendizagem.

Outro aspecto importante verificado nessa atividade por meio das perguntas, respostas e expressões dos alunos foi a dificuldade que demonstram em familiarizar-se com nomes de gases e moléculas, apresentando verdadeira “aversão” a essas denominações. Os alunos franziam as testas ao ouvir, por exemplo, os nomes ATP ou Ciclo de Krebs e já supunham, de antemão, que não entenderiam o que viria depois.

KRASILCHIK (2004) já adverte que os estudantes têm dificuldades para usar a representação simbólica da Química e, portanto, verificar se os alunos já dominam esses conceitos é importante, antes de “atropelá-los” com essas representações. Assim,

embora as equações químicas fossem apresentadas para a compreensão dos processos de respiração e fotossíntese, durante a exposição, por exemplo, os gases foram sempre tratados pelos nomes (oxigênio, gás carbônico) ao invés de sua representação (O_2 e CO_2), o que pareceu facilitar a compreensão. Atenção especial foi dada a esse fato tentando, por outro lado, não conferir um caráter “mágico” às transformações químicas.

Os alunos eram constantemente advertidos de que não se preocupassem em memorizar os nomes e as reações, e que a apresentação dos mesmos era importante para que eles pudessem “percorrer” o caminho da energia no ecossistema e, assim, tivessem uma compreensão de todo esse processo.

Ao final da apresentação, fizemos a seguinte indagação: *Por que a nossa planta não morreu?*

Consideramos que, para os alunos chegarem a uma resposta próxima à científica, seria necessária a mobilização dos conceitos até então construídos por eles durante as aulas e, portanto, a formulação de uma resposta correta representaria um indicativo de que os alunos compreenderam os conceitos de maneira satisfatória, ou seja, mais próxima da visão científica do que das idéias que apresentavam no início da nossa intervenção.

Os alunos demonstraram dificuldade para formular as respostas que pretendiam, mas a nossa insistência permitiu que chegassem à resposta que esperávamos. Concluíram que o vegetal não morreu sufocado porque realiza tanto a fotossíntese como a respiração celular para sintetizar e degradar, respectivamente, a molécula de glicose e, assim, utilizar a energia do sol para a produção de matéria orgânica. Nesse processo, a troca de gases, conseqüência dos dois processos, permite que o ar dentro da garrafa descartável se renove constantemente e que o suprimento, tanto de gás carbônico como de oxigênio, se mantenha.

É claro que é preciso ter um cuidado especial ao se tratar esse aspecto da “renovação” dos gases, para que não se perpetue a noção de que os vegetais têm essa função no planeta e, em decorrência disso, os erros que já citamos se perpetuem, como a idéia de que devemos preservar as matas por elas garantirem e suprirem a maior parte do oxigênio que respiramos.

Temos nova “síntese de significações”:

- *Organizaram as idéias apresentadas sobre os processos de fotossíntese, respiração, fermentação e metabolismo energético e sistematizar essas informações por meio de resumos.*
- *Relacionaram os fenômenos de fotossíntese e respiração na compreensão do fenômeno observado (enclausuramento do vegetal).*
- *Somaram as idéias de maneira que demonstraram compreender que os processos de fotossíntese e respiração são processos complementares sendo ambos realizados por vegetais.*

Atividade 5

Foi solicitado aos alunos que trouxessem folhas de vegetais de cores variadas, para realizarmos uma atividade em laboratório. O grupo de alunos foi dividido em outros menores, de 3, que deveriam responder: *Se a clorofila tem a cor verde e ela é essencial para o processo de fotossíntese, como as plantas que não são verdes conseguem captar a energia do sol para realizar a quebra da molécula de água, primeira etapa da fotossíntese?*

Os alunos levantaram suas hipóteses, conforme a Tabela 3; é interessante notar que as hipóteses construídas são plausíveis, são possíveis, o que demonstra que esses

alunos mobilizaram seus conhecimentos prévios, buscando uma explicação aceitável e que fizesse sentido para eles.

Tabela 3: Hipóteses levantadas pelos grupos de alunos sobre a realização da fotossíntese em vegetais que apresentam folhas coloridas.

Hipótese	Grupo
<i>- os vegetais que não são verdes, não verdes não apresentam clorofila e, portanto, não realizam a fotossíntese, podendo realizar um outro processo para obtenção de alimentos;</i>	G1
<i>- os vegetais não verdes apresentam um outro pigmento capaz de absorver a luz do Sol;</i>	G2, G7
<i>- outras partes da planta fazem a fotossíntese e as folhas que não são verdes, não;</i>	G3, G4, G5 e G6

Foi apresentada aos alunos uma técnica simples de cromatografia, com a qual se pode identificar os pigmentos presentes uma determinada coloração, seguindo o princípio de que pigmentos diferentes têm velocidades de dispersão diferentes em álcool. Por meio dessa técnica, os alunos poderiam observar a presença ou não de clorofila nas folhas coletadas.

As folhas de várias cores foram colocadas, separadamente, em cadinhos e maceradas com o pistilo; uma gota do caldo resultante foi colocada no papel de filtro. Uma das extremidades do papel foi colocada no béquer com álcool, e a separação das cores foi verificada, como mostram as Figuras 7 e 8:



Figura 7: Alunos realizando a maceração das folhas



Figura 8: Resultado da cromatografia do pigmento extraído de folhas roxas trazidas pelos alunos

Após a observação, os alunos realizaram a elaboração de um relatório, conforme o modelo do Anexo III, constando o título do experimento, os objetivos, os materiais utilizados, a metodologia e as conclusões a que chegaram. Embora ainda inseguros, os alunos se envolveram com a atividade, manipularam corretamente os equipamentos solicitados mostrando-se bastante interessados, pois perguntavam constantemente os nomes relativos às vidrarias, à técnica, etc.

Entendemos que os instrumentos e as técnicas são necessários para a construção dos conceitos científicos. No entanto, a técnica não tem uma finalidade em si mesma, esta deve ter a construção dos conceitos associados.

Ao final da atividade, quando observaram a presença da clorofila nas folhas coloridas, até mesmo em maior quantidade que os outros pigmentos presentes, os alunos foram instigados a rever suas hipóteses iniciais. Organizaram as informações em seus relatórios e surgiu a oportunidade de realizarmos uma breve discussão sobre a presença de pigmentos acessórios, assim como, importância da presença de diferentes estruturas e cores na sobrevivência dos vegetais (estratégias reprodutivas, de atração de animais, coevolução angiospermas/animais).

Muitos exemplos foram citados pelos alunos como a flor de maracujá e a vespa, os ipês de várias cores, o formato dos frutos e diferentes formas de dispersão das sementes, a forma e cores das flores de orquídeas, as sépalas de várias plantas que se modificam em cores variadas, entre outros exemplos que foram sendo lembrados pelos alunos.

Deu-se, desse modo a síntese de significação:

Elaboraram hipóteses sobre a realização da fotossíntese em vegetais não verdes.

Experimentaram através da técnica de cromatografia;

Identificaram os pigmentos presentes nas folhas coloridas, assim com, os equipamentos utilizados na técnica de cromatografia.

Sistematizaram por meio de relatório de aula prática, os objetivos, materiais utilizados, procedimentos e conclusão da atividade.

Atividade 6

Em seguida, foi proposta uma outra atividade prática no laboratório didático, cujo objetivo era identificar ao microscópio óptico, uma organela citoplasmática: o cloroplasto; representar uma célula por meio de desenho; oportunizar o contato e

observação em um microscópio, como uma alternativa de observação construída pela ciência e essencial para o seu desenvolvimento.

Apresentamos, portanto, inicialmente, um pequeno texto sobre a história do microscópio (Anexo IV), pois a invenção desse instrumento foi importante para o desenvolvimento da Biologia, o que permitiu o estabelecimento de relações entre os desenvolvimentos tecnológicos e científicos através de uma rápida discussão.

Consideramos que a observação do real permite relacioná-lo às representações que são freqüentes nos manuais didáticos. Este contraste entre as formas de ver e de representar é o que permite a evolução de muitos modelos pelo aluno, como é o caso do modelo de célula (SANMARTÍ, 2002). Os instrumentos também são necessários para construir conceitos científicos, de tal forma que é um dos fatores que tem dado lugar ao avanço da Ciência e a invenção e uso de novos instrumentos que têm ampliado o campo da percepção humana. Sem o microscópio, não existiria o conceito de célula. No entanto, a escola muitas vezes prescinde da observação e do conhecimento do instrumento que tem permitido a geração de novos modelos ou teorias.

Muitas pesquisas (BASTOS, 1992; CABALLER; GIMÉNEZ, 1993; GIORDAN; VECCHI, 1996; SILVEIRA, 2003) revelam, por exemplo, que a maioria dos estudantes destes níveis de ensino apresenta uma idéia sincrética, portanto, pouco definida sobre célula, confundindo este conceito com os de átomo, molécula e tecido. Para muitos, a relação entre seres vivos e células existe apenas nos seres humanos.

Uma parcela significativa das informações em Biologia é obtida por meio da observação direta dos organismos ou fenômenos ou, ainda, de figuras, modelos e esquemas. Sem dúvida, é muito mais interessante e eficiente ver a realidade do que ouvir falar dela.

Sanmartí (2002) também reconhece a importância da atividade manipulativa na formação de conceitos, e ressalta que é necessário representar o fenômeno e o modelo explicativo a partir da manipulação; por meio dela, se vai construindo o modelo. Para este autor, a prática e a introdução de um modelo teórico deveriam estar fortemente inter-relacionadas.

Seguindo nossas orientações, os alunos retiraram delicadamente uma folha de *Elódea sp* e colocaram-na em uma lâmina, com uma gota de água. Em seguida, cobriram a folha com a lamínula e observaram, em objetivas de aumento de 10x, 40x e 100x. Desenharam o observado, identificando as partes da célula que eram visíveis em cada aumento.

Essa lâmina foi “montada” individualmente, por cada aluno, o que permitiu a manipulação dos materiais por todos eles. Os alunos nunca haviam tido contato com o microscópio e mostraram bastante empolgação com a atividade.

Em um dado momento da aula, o aluno 22, ao montar sua lâmina, fez um pequeno corte no dedo com a lamínula. Contornamos a situação, impedindo o alvoroço dos alunos, ao utilizarmos a gota de sangue para fazer um esfregaço na lâmina que foi observada pelos alunos e novas questões foram discutidas, tais como as diferenças morfológicas observadas entre as células animais e vegetais, a importância da parede celular, a presença dos pigmentos, a forma das células, entre outras características. As alunas 02 e 08 se recusaram a fazer a observação das células sanguíneas por sentirem “má impressão” ao verem sangue. Diante da recusa insistente das alunas, achamos melhor respeitar a sua posição, pois o conhecimento não deve ser uma imposição do professor para com o aluno, que deve se sentir à vontade durante todo o processo de aprendizagem.

Essa situação nos remete à grande quantidade de interações que ocorrem durante uma aula, diante das quais o professor precisa ser capaz de tomar decisões que não prejudiquem a aprendizagem e nem desmotivem o indivíduo com relação a ela.

Ensinar envolve estabelecer uma série de relações que devem conduzir à elaboração de representações pessoais sobre o conteúdo ensinado, por parte dos aprendizes. Estes, no processo de aproximação com os objetos da cultura, utilizam suas experiências e os instrumentos que lhes permitem construir uma interpretação pessoal e subjetiva do que é tratado. Não é necessário insistir no fato de que para cada pessoa o resultado desse processo será diferente, trará coisas diferentes, interpretações diferentes. Apesar de possuir elementos compartilhados com os outros, a aprendizagem terá características únicas e pessoais (ZABALA, 1998).

Contornada a situação, os alunos fizeram os desenhos nos três aumentos diferentes e a olho nu (nesse caso desenharam o esfregaço de sangue e a folha inteira), sendo que muitos aspectos relativos à estrutura celular foram destacados e lembrados nesse momento. Embora o objetivo inicial fosse identificar os cloroplastos, outras estruturas puderam ser observadas, de maneira que muitos alunos representaram não somente os cloroplastos, mas também os vasos condutores, a parede celular, o citoplasma.

Krasilchik (2004) ressalta que relacionar a representação simbólica esquemática à realidade leva tempo e treinamento. Quando se pede aos alunos pela primeira vez que desenhem uma célula tal como a vêem numa lâmina, os resultados são variados e inesperados como mostra a Tabela 4, e diferem da representação convencional. À medida que vão se familiarizando durante as aulas, com os símbolos adotados, passam a usar a mesma convenção apresentada nestas e nos livros. (KRASILCHIK, 2004).

Tabela 4: Análise dos desenhos realizados pelos alunos em aula de microscopia.

Critério	Aluno
Interpreta o desenho identificando o nome das partes das células corretamente	01, 02, 04, 05, 11, 14, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 32, 33, 35, 37.
Os desenhos são proporcionais ao tamanho real e aos aumentos	01, 02, 11, 14, 18, 33, 37.
Desenha só o que é importante em relação ao conteúdo tratado	03, 04, 07, 20, 32, 33, 35.
O desenho é completo.	01, 02, 05, 11, 14, 18, 19, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 37.
Não identificou corretamente as estruturas da célula	03 e 07.
Pintou a célula toda de verde e não só os cloroplastos	01, 02, 11, 26, 27.

Essa análise nos permite dizer que os alunos realizaram plenamente a atividade e, portanto, nos referimos novamente à motivação dos alunos como sendo um fator decisivo para a sua participação ativa na construção de conceitos científicos. Aulas práticas, se bem trabalhadas, têm esse potencial no ensino de Biologia.

Concordamos com Sanmartí (2002) de que as idéias preexistentes no cognitivo do indivíduo condicionam a percepção sensorial. À medida que o aluno cria uma representação, atualiza elementos contidos em sua memória, isto é, corporifica a percepção da imagem da célula observada e inclui nela o modelo teórico que possui. Sem esse modelo, os alunos não veriam células e cloroplastos, mas um conjunto de formas geométricas, cujas estruturas não seriam reconhecidas.

Assim, os alunos 07, 19 e 22 se assustaram ao verem “linhas escuras” (vasos condutores) por entre as células, pois acreditavam serem essas, “bichinhos” (microorganismos) presentes na folha. Além disso, a maioria dos alunos indagou a professora sobre o porquê de não estarem enxergando as organelas citoplasmáticas.

Situações como essas, se bem aproveitadas pelo professor, podem possibilitar a compreensão da relação existente entre a Ciência e a Tecnologia, já que a observação de

organelas dessa grandeza depende de tecnologias ópticas muito mais avançadas do que as que tínhamos na escola.

A aluna 33 observou que imaginava que a célula vegetal fosse totalmente verde, mas ao vê-la ao microscópio percebeu que os cloroplastos eram as estruturas verdes e que as folhas também o são, devido à grande quantidade de cloroplastos que estas apresentam. Podemos notar, na Tabela 4, que outros 3 alunos tinham essa mesma idéia, no entanto, não mostraram, através do desenho, terem reparado nesse aspecto.

A partir dessa observação, propomos a seguinte questão: *Por que as folhas são o local em que o vegetal realiza a fotossíntese mais intensamente?* Pretendíamos, com essa questão, discutir alguns aspectos morfológicos das folhas e não permitir a crença que, segundo Kawasaki e Bizzo (1999), é generalizada, de que apenas as folhas realizam fotossíntese, fruto do ensino compartimentado dos vegetais que os dividem em partes, cada qual com uma função específica.

Foi possível, então, resgatarmos a hipótese levantada por alguns grupos na aula prática anterior, de que outras partes do vegetal, que não a folha, realizariam a fotossíntese para concluirmos nossa discussão.

Nesse caso, a síntese de significação pode ser organizada assim:

- *Observaram ao microscópio óptico a célula vegetal;*
- *Identificaram suas estruturas (cloroplastos, parede celular, citoplasma);*
- *Elaboraram representação em desenho de cada aumento;*
- *Compararam células animais e vegetais;*
- *Relacionaram presença de cloroplastos com as características morfológicas das folhas.*

Atividade 7

Achamos conveniente criar a possibilidade de os alunos correlacionarem a fabricação de açúcar e álcool, o metabolismo de microorganismos e a conservação da energia na molécula de álcool e, para tanto, realizamos uma aula cujo centro foi uma atividade prática sobre a fermentação anaeróbica dos microorganismos. A atividade foi realizada no laboratório didático, no entanto, os materiais utilizados constaram de materiais de uso doméstico e recicláveis.

Colocamos água em uma garrafa descartável de 500 mL, até cerca de $\frac{1}{4}$ de seu volume. Adicionamos três colheres de sopa de açúcar e misturamos bem, para obter uma solução açucarada. Dividimos um tablete de fermento biológico em 4 porções e acrescentamos uma delas à solução, dentro da garrafa. Com auxílio de um bastão, mexemos cuidadosamente até que o tablete se desfizesse na solução. Cobrimos a boca da garrafa com um balão de borracha e vedamos a abertura para que não entrasse ar. Esperamos cerca de 15 minutos e observamos (Figuras 9 e 10).



FIGURA 9: Atividade prática sobre a fermentação alcoólica



FIGURA 10: Resultado da atividade prática: Fermentação alcoólica.

Nosso objetivo, nesse momento, não era que os alunos levantassem hipóteses, mas que mobilizassem seus conhecimentos para o reconhecimento de uma reação que era a fermentação alcoólica. Assim, podemos dizer que esse foi um trabalho prático no qual os estudantes deveriam utilizar raciocínios dedutivos para relacionar as idéias gerais sobre a fermentação com o fenômeno observado, ou seja, o enchimento do balão. A partir disso, poderiam identificar o tipo de fermentação realizada pelas leveduras. Ao final, os alunos foram estimulados a elaborar um controle para o experimento realizado em aula.

Dirigimos a atividade, estabelecendo apenas uma informação que julgamos relevante: a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, sendo um organismo anaeróbico facultativo, poderia metabolizar o açúcar da cana para prover energia para sua reprodução e sobrevivência.

A maior parte dos alunos conseguiu chegar à conclusão de que a fermentação seria a alcoólica e que o volume do balão se devia à liberação de gás carbônico pelos microorganismos. No entanto, os alunos 01, 02, 29, e 37, não conseguiram chegar, sozinhos, a essa conclusão. Esses alunos relataram que haviam identificado o aumento do volume da bexiga (gás carbônico), mas não tinham entendido porque isso significava que a fermentação era alcoólica.

Assim, usando a lousa e através de um diálogo com esses alunos e partindo de um esquema, relembramos os aspectos relativos às fermentações alcoólica e láctica, de maneira que os estudantes compreendessem a liberação ou não de gás carbônico como um fator que possibilitava a identificação do tipo de fermentação realizada, já que na fermentação láctica não temos liberação de gás.

Esse fato mostra a importância da realização de atividades diversificadas no tratamento dos conteúdos, pois os alunos são indivíduos que apresentam habilidades e conhecimentos individuais e a diversificação de atividades favorece que cada um deles encontre seus próprios caminhos ou vias de aprendizagem (SANMARTÍ, 2002).

Após um sinal afirmativo por parte dos alunos, a respeito da compreensão do assunto tratado, pedimos que elaborassem um controle para o experimento realizado. Propusemos a questão: *Como poderíamos montar um controle para o nosso experimento, para que tivéssemos certeza de que o volume de gás liberado se deve à ação das leveduras?* As respostas apresentadas são as mostradas na tabela a seguir.

Tabela 5: Respostas dos alunos sobre como montar um controle para o experimento de fermentação realizado em aula.

Resposta	Aluno
Faria um experimento igual, mas não colocaria açúcar.	18, 19, 20, 23, 32, 35.
Faria o mesmo experimento sem a levedura	02, 07, 11, 27.
Faria 3 iguais, mas em um colocaria tudo, no outro não colocaria o açúcar e no outro não colocaria levedura. Daí ficaria observando e veria a diferença entre eles.	01, 22, 26, 28, 37.
Não respondeu	04.
Se eu não colocasse açúcar em um e colocasse açúcar no outro, então eu saberia que aquele que a bexiga encheu foi porque o microorganismo metabolizou o açúcar. No outro não ia ter nada pra metabolizar.	02, 03, 05, 24.

As respostas nos indicam que os alunos compreenderam não só os conceitos trabalhados, mas também a importância do controle das variáveis e o que representa uma variável na observação científica, identificando-a como um padrão de comparação numa situação experimental.

Assim, deu-se a próxima síntese de significação:

- *Identificaram a presença de CO₂ no balão;*
- *Compararam os tipos de fermentação alcoólica e láctica;*
- *Identificaram o açúcar e o microorganismo como variáveis que podem servir de padrão de comparação no experimento;*
- *Elaboraram um controle para o experimento.*

Atividade 8

Diante dos conceitos trabalhados até então, achamos que seria importante relacioná-los ao problema do “aquecimento global” que, por estar sendo divulgado constantemente pela mídia, faz parte do cotidiano dos alunos. As notícias apresentadas nos telejornais, documentários e propagandas são, na maior parte das vezes, fantasiosas e sensacionalistas, o que acentua o papel da educação no esclarecimento de temas como esse. Além disso, o assunto aquecimento global está estreitamente relacionado às políticas de produção de álcool através da cana-de-açúcar, cuja queima emite menor concentração de gás carbônico na atmosfera, o que torna o assunto pertinente.

O aquecimento global não é um assunto novo para a humanidade. Muitas pessoas já sabem que os gases poluentes (CO₂ e CH₄) causam alterações climáticas que afetam e comprometem o equilíbrio do planeta. De Norte ao Sul, o mundo está mudando de aspecto: as geleiras derretendo, as secas e tempestades cada vez mais frequentes e intensas e, além disso, a biodiversidade está, na maioria das regiões do

globo, sofrendo profundas alterações no seu equilíbrio. Com as alterações climáticas causadas pelo aumento do efeito estufa, percebe-se, no mundo, uma série de transformações no meio que acabam por afetar a qualidade de vida dos seres vivos.

Muitas dessas alterações, como furacões, tempestades, ondas de calor e secas passam a ser noticiadas com maior frequência nos veículos de comunicação, o que faz com que as pessoas reflitam sobre o que está acontecendo atualmente no mundo e o que elas podem fazer para amenizar estes problemas. Então, percebe-se, nos últimos anos, a formação de inúmeras ONGs ligadas a questões ambientais, além de propostas governamentais e a busca de fontes alternativas e menos poluentes de energia.

Tratar de assuntos como esse nas escolas é promover uma educação concientizadora como ferramenta social e política para os indivíduos escolarizados que têm que decidir sobre questões políticas econômicas, ambientais e éticas (KRASILCHIK, 2004).

Essa atividade foi realizada em duas aulas, sendo que na primeira delas constituiu-se uma roda de discussão, onde os alunos, instigados por uma imagem (Anexo V), puderam livremente manifestar suas impressões sobre o aquecimento global, suas opiniões e dúvidas relativas ao efeito estufa, ao aumento no nível do mar, o derretimento das geleiras, à emissão de gases tóxicos, entre outros.

A partir dessa discussão, solicitamos que os alunos citassem as matérias-primas indispensáveis para a realização da fotossíntese, o que foi facilmente realizado por eles. Em seguida propusemos o problema: *Sabemos que o CO₂ constitui matéria prima para a realização da fotossíntese nas plantas. Podemos dizer que quanto mais CO₂ no meio, maior será a taxa fotossintética realizada pelas plantas?*

A maioria dos alunos respondeu que sim, mas quando novamente questionados com um “será?”, alguns se encorajaram a responder que não.

O aluno 28 disse que não podia ser porque ele achava que as plantas não poderiam aumentar infinitamente a taxa de fotossíntese e que deveria existir um momento em que elas iriam parar de realizar o processo.

Por outro lado, o aluno 01 disse que se o processo fosse infinito, então não precisaríamos parar de emitir gases, seria apenas necessário plantarmos mais árvores.

A aluna 19 respondeu que “não haveria espaço pra plantar tantas árvores e que mesmo que tivesse, as árvores também respiram e a quantidade de gás carbônico no ambiente seria maior do que a que elas conseguem absorver”. Diante desses argumentos, os demais alunos mostraram-se confusos e incertos com relação à sua resposta, de maneira que assumiram “não saberem mais o que pensavam”.

Propusemos então que, em duplas, pensassem em uma forma de verificar essa situação e que escrevessem como poderiam fazer isso. As respostas estão na tabela 6:

Tabela 6: Propostas dos alunos para observação da variável “concentração de gás carbônico”, na realização da fotossíntese.

Proposta experimental	Alunos
Faz duas vezes o experimento, numa põe mais, na outra põe menos e veja a diferença.	01
Faria duas experiências: uma com mais CO ₂ , outra com menos CO ₂ e veria qual produz mais oxigênio	04 e 33
Faria duas experiências, num copo, colocaria a planta dentro com água e encima um tubo de ensaio. Em um colocaria mais carbono que no outro.	20 e 23
Você faz dois copos com os esquemas e um contendo mais que o outro.	03 e 05
2 experimentos: colocando dentro de dois copos uma planta, com um tubo de ensaio e um deles com uma quantidade maior de bicarbonato	02 e 26
Fazendo duas experiências do tubo de ensaio	24 e 27
Fazendo duas experiências, pegando dois copos e um contendo mais bicarbonato e vendo se a planta sobreviveria.	07e11
Dois copos, um contendo mais CO ₂ que o outro.	14 e 18
Faríamos duas experiências como a que a gente já fez pra ver a planta liberando oxigênio, e colocaríamos as duas em lugar igual. Só que num béquer colocaria bem mais bicarbonato que no outro.	19 e 22
Fazemos duas experiências com a planta aquática e em uma delas a gente vai colocando cada vez mais bicarbonato.	19 e 29
Nós montaríamos dois experimentos, com béquer, tubo de ensaio e água com bicarbonato. Daí deixava eles na frente da lâmpada e num dos dois ia colocando mais bicarbonato e ficava esperando pra ver se aumentava a liberação de oxigênio.	28 e 37

Notamos, pela observação das propostas, que embora escritas de maneira distinta, na verdade, todas se referem ao mesmo experimento. Os alunos utilizaram a memória que guardavam sobre trabalhos práticos, para elaborar uma proposta que fosse possível de ser realizada. Em outras palavras, mobilizaram os conhecimentos aprendidos durante a nossa intervenção, para construir um novo conhecimento, o que consideramos como um fator de extrema importância no que se refere ao desenvolvimento da autonomia dos indivíduos para a construção e ampliação de suas significações.

Socializamos as respostas ,de maneira que os próprios alunos resolveram realizar o experimento proposto pelos alunos 28 e 37; ficou decidido que faríamos na próxima aula.

Na semana seguinte, a escola, que estava sendo reformada, utilizou-se do laboratório didático para armazenar carteiras, cadeiras, mesas e outros materiais, de forma que foi impossível a realização da atividade. Embora não tivéssemos sido avisados da situação, utilizamos um artigo relativo à limitação da fotossíntese pela presença da CO₂ (ARANTE, et al. 2008) e por meio de sua leitura e interpretação, pudemos chegar à constatação da existência de um ponto de saturação do gás carbônico e das estratégias utilizadas pelo vegetal nessas condições.

É preciso registrar aqui o lamentável fato ocorrido, uma vez que os alunos mostraram-se extremamente decepcionados com a não utilização do laboratório. Optamos por uma estratégia diferente da planejada, uma vez que a data da próxima aula seria feriado e, também por estarem próximos ao período de recesso escolar; tememos que as atividades planejadas não pudessem ser realizadas por falta de tempo.

Pudemos constatar que os professores deparam constantemente com situações como essa, que dificultam, interferem e alteram o cumprimento dos objetivos didáticos

previstos. Percebemos, como Caldeira (2005), que a escola, de modo geral não funciona como uma orquestra com regência, mas como um local onde seus componentes tomam atitudes isoladas do coletivo, que sofre os descompassos em consequência da falta de uma organização satisfatória.

Nessa aula também foi proposta a análise de um gráfico (Anexo VI) sobre a taxa de fotossíntese em relação à presença de luz e consequente discussão sobre o ponto de compensação fófico nos vegetais. Para a sistematização desses conteúdos, foram propostas duas questões contextualizadoras: *“Um grupo de pesquisadores desenvolveu um projeto antipolvente baseado no fato de que o gás carbônico produzido pelos motores que usam combustíveis fósseis pode ser absorvido pelas plantas através da fotossíntese. Até que ponto você acredita que esse projeto tem eficácia na “limpeza” do ar?”* e *“Qual a vantagem da cultura de cana-de-açúcar em comparação às florestas com relação ao aquecimento global?”*.

Os alunos não tiveram dificuldades em responder essas questões, que foram socializadas após a resolução.

Organizamos a seguinte síntese:

- *Elaboraram esquema de investigação para a solução da pergunta: Quanto maior a concentração de CO₂ no ambiente, maior será a taxa fotossintética realizada pelo vegetal?*
- *Relacionaram os conteúdos abordados com a problemática do aquecimento global;*
- *Interpretaram dados de um gráfico sobre o ponto de compensação fófico.*

Atividades 9, 10 e 11

A contextualização do conteúdo pelos alunos foi promovida através de atividades (Anexos VII, VIII e IX), que apresentavam questões relativas à utilização da

energia pela cana-de-açúcar e a produção do açúcar e do álcool, tornando esses produtos utilizáveis pela humanidade que converte essa mesma energia em trabalho, esse último, muitas vezes, utilizado na própria produção da cana.

Consideramos, como Machado (2002), que a estratégia de contextualizar é fundamental para a construção de significações e que o enraizamento dessa construção dá-se por meio do aproveitamento e da incorporação de relações vivenciadas e valorizadas no contexto em que se originam, ou seja, na trama de relações em que a realidade é tecida.

Incorporando relações tacitamente percebidas, a contextualização enriquece os canais de comunicação entre a bagagem cultural e as formas explícitas ou explicitáveis de manifestação do conhecimento (MACHADO, 2002).

Ao promover discussões envolvendo aspectos políticos, sociais, econômicos e biológicos do tema Energia, esperávamos contribuir com a percepção de que os conhecimentos científicos são influenciados e influenciam outras áreas do conhecimento e da vivência humana, interferindo direta e indiretamente na vida dos cidadãos, e que o conhecimento global dos processos envolvidos na utilização da energia pelo homem são compreendidos à medida que se inter-relacionam os conceitos e competências desenvolvidos pelas várias disciplinas escolares.

Embora essas relações fossem estabelecidas durante todo o processo, algumas atividades tiveram como objetivo principal promover discussões em que as relações entre as diferentes disciplinas pudessem ser identificadas. Desenvolvendo a habilidade de relacionar, os alunos podem mais facilmente estabelecer analogias, confrontos, associação entre fenômenos, ainda que, a princípio, de forma não muito elaborada (MACHADO, 2002; CALDEIRA, 2005).

Essa habilidade é ampliada quando o aluno é instigado a compreender e avaliar problemas presentes no seu cotidiano, compreender relações entre causa e efeito em situações não complexas, procurar novas evidências, relacioná-las a novos exemplos, identificar situações contrárias e a encontrar novas possibilidades para a resolução dos confrontos que forem surgindo no processo.

O estabelecimento de relações se dá por meio do desenvolvimento de habilidades e da interpretação de novos signos, permitindo que o universo fenomênico do aluno seja acrescido de diversos elementos que irão enriquecer suas linguagens e suas interpretações sobre realidade. Durante o processo, o aluno aprende a raciocinar “sobre” e “através de” fenômenos naturais, formalizando conceitos e incorporando habilidades (CALDEIRA, 2005).

Um importante indício do desenvolvimento das habilidades envolvidas com o *Relacionar* foi a constatação, por parte dos próprios alunos, de que os fenômenos apresentados nas questões propostas apresentavam elementos abordados por outras disciplinas escolares. As relações entre as partes e o todo são estabelecidas à medida que os alunos conseguem enxergar uma inter-relação entre os conhecimentos das diferentes áreas (MACHADO, 2002).

Assim, ao levantar opiniões sobre a produção de álcool a partir da cana ou do milho, ainda que no enunciado da questão aparecessem apenas aspectos biológicos sobre a produção desse combustível a partir das duas matérias-primas, os alunos utilizaram em suas respostas outros fatores, como a forma de produção, o tipo de mão-de-obra e os aspectos do solo, políticas governamentais.

As atividades propostas com o objetivo de contextualização dos conteúdos demandavam a realização de cálculos numéricos, interpretação de textos em notícias de

jornais e “charge”, leitura e interpretação de tabelas, comparação de dados e emissão de opiniões.

Uma questão em especial foi importante na verificação de que os conteúdos, tratados de maneira contextual e conceitualmente satisfatória são importantes meios de os indivíduos desenvolverem a capacidade crítica na tomada de decisões e de perceberem que essas decisões são baseadas no conhecimento vivencial, mas também no escolar e nas relações estabelecidas.

A questão proposta: *de acordo com seus conhecimentos, cite vantagens e desvantagens presentes na substituição da gasolina pelo álcool como combustível*, apresentou uma diversidade de respostas que incluíram conhecimentos abordados pelas diferentes disciplinas. Abaixo alguns exemplos de respostas dos alunos:

Aluna 33: *“As vantagens são: o álcool é menos poluente (emite menor quantidade de CO₂ na atmosfera), é também mais barato e é produzido no Brasil, ou seja, pode ser uma fonte de riqueza para nós. As desvantagens são a forma como ocorre a produção, a queima da cana, por exemplo, faz com que encha o ar de fuligem e as pessoas que moram próximo das plantações desenvolvem doenças, principalmente respiratórias. Além disso, os trabalhadores rurais sofrem com a situação precária de trabalho, às vezes acabando com a própria vida em troca de nada”*.

Aluno 28: *“Eu acho que a principal vantagem na substituição da gasolina pelo álcool é que isso acabaria com a dependência dos países em relação ao petróleo e isso já seria muito importante, pois diminuiriam as guerras. Além disso, a emissão de gás carbônico na atmosfera seria menor, principalmente porque quando nova planta fosse instalada, a cana utilizaria o próprio gás carbônico na fotossíntese durante seu crescimento, quando a taxa de síntese é maior que a da respiração. Além disso, o custo do álcool é menor do que o da gasolina para o consumidor. Mas é daí que já começam as desvantagens porque a forma de trabalho escravo que os bóia-frias trabalham são desumanas, ganham pouco, trabalham muito, se sacrificam tomando caldo de cana pra repor as energias perdidas no trabalho. Apresentam doenças, riscos de acidentes, além do que tem o problema das queimadas que quando é época de colheita, sujam as casa, as roupas do varal, e as pessoas que tem alergias, asma e bronquites, passam muito mal, e o governo tem mais gastos com a saúde”*.

Aluno 37: *“Como vantagem eu diria que ele é menos poluente, é mais barato que a gasolina e o mundo teria menos conflitos por causa do petróleo. Mas ao mesmo tempo a forma de trabalho envolvida na sua produção é muito precária e muita gente sofre com isso, além disso, a nossa região tem um solo muito bom pra plantar alimentos e não seria bom se devastassem áreas de floresta, por exemplo, pra plantar cana, que ia aumentar a riqueza dos latifundiários e do governo, por que pro resto do povo, nada. A não ser que mudasse a forma de colheita, mas isso já ia depender da vontade do governo”*.

Aluna 02: *“Acho que a maior vantagem é a diminuição da poluição, mas tem outras alternativas de energia, menos poluentes ainda, como o sol. Só que pro governo é mais vantagem produzir álcool. Além disso, é mais barato o preço por litro do que a gasolina. Já de desvantagem, eu acho que é o tipo de trabalho que as pessoas tem que suportar e tem também o problema das queimadas, porque ninguém merece os carvãozinhos no nariz. Eu não sei se está certo, mas meu pai também diz que o carro que anda a gasolina é bem melhor que a álcool”*.

É importante lembrar, nesse ponto, que os outros professores do projeto realizado na escola, também trabalharam os seus conteúdos específicos, contextualizando-os com a produção do açúcar e do álcool na região jauense. Assim, embora as disciplinas científicas estejam mais nitidamente relacionadas com o tema Energia, as disciplinas da área de humanas criaram a possibilidade de relações que, a nosso ver, são essenciais para que o indivíduo conquiste uma visão mais ampla do mundo e dos fenômenos biológicos. Uma leitura dessas e de outras respostas dos alunos, assim como a consideração das opiniões e observações emitidas durante as aulas nos permitiram estabelecer que, de maneira geral, os conteúdos trabalhados pela disciplina de Biologia se inter-relacionaram com os conhecimentos e interesses das outras disciplinas, a partir de alguns fatores identificados na tabela abaixo.

Tabela 7: Relações que foram estabelecidas, por meio da contextualização dos conteúdos, entre a disciplina Biologia e as outras disciplinas escolares, no que se refere ao conteúdo Energia.

Disciplina	Relação entre os conteúdos	Biologia
História	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalhando as formas de trabalho presentes durante a história da humanidade; - A conceituação de cidadão; (situação social dos trabalhadores boias-frias, seus direitos, etc) 	<ul style="list-style-type: none"> -Relação gasto energético dos trabalhadores na atividade de corte da cana com o a ingestão de bebidas energéticas - A fermentação láctica como resposta do organismo ao excesso de exercício durante o trabalho
Geografia	<ul style="list-style-type: none"> - Migração de trabalhadores - Tipos de solo cultivados - A urbanização intensa -O desenvolvimento de tecnologias para a produção de álcool em larga escala - Problemas sociais relativos ao modo de produção de álcool 	<ul style="list-style-type: none"> -Relações desarmônicas entre o homem e o meio ambiente e sua negligência com relação a ele. - Relações ecológicas entre os seres vivos (como as bactérias presentes na raiz da cana) - O processo de fermentação e sua importância comercial; -Problemas respiratórios conseqüências de queimadas durante as colheitas
Matemática	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionalidade; - Diferentes grandezas; 	<ul style="list-style-type: none"> -Estabelecimento de relações entre a quantidade de energia consumida e a gasta por um trabalhador em um dia de trabalho; -Relações entre a quantidade de energia produzida por uma molécula de glicose e a energia que ficou conservada na molécula de álcool; - Utilização do microscópio e observação de células;
Português	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento da linguagem e contato com textos literários 	<ul style="list-style-type: none"> - Expressão do pensamento individual sobre os assuntos trabalhados, utilizando a linguagem própria da ciência.
Física	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecimento das formas de energia ou manifestações; - Conceituação de trabalho (a mudança que ocorre na matéria é visível) - Princípio de conservação de energia - Perda de energia como calor - Procura de fontes alternativas de energia 	<ul style="list-style-type: none"> - Metabolismo energético dos seres vivos (síntese e degradação da molécula de glicose) - Formação da Biomassa - Fermentação e produção de álcool - Respiração celular e quebra de ATP - Relações entre os seres vivos

Observa-se que apenas a disciplina de Química não está presente na tabela, uma vez que o professor responsável pela disciplina precisou tirar diversas licenças durante o período em que essas atividades se realizaram, o que representou um “déficit” no processo; cabe lembrar aqui, a intensa dificuldade que os alunos apresentaram com respeito à familiarização com os nomes de gases simples e sua representação, assim como com a compreensão de reações envolvendo o processo de oxidação-redução, o que acreditamos seria amenizada pelo tratamento dos conteúdos específicos da Química.

Atividades contextualizadas têm o potencial de permitir que os limites das disciplinas sejam rompidos em favor da construção de relações e explicações em que os signos científicos, lingüísticos, matemáticos, sociais e conceituais vão sendo apropriados de forma integradora.

Portanto, embora o projeto contextualizado com a cultura da cana-de-açúcar e seus impactos na região de Jaú venha sendo um trabalho ainda multidisciplinar, podemos dizer que a contextualização do ensino representa, nesse momento, o fator de ligação entre as diferentes disciplinas e, sem dúvida, uma ponte rumo ao caminho da interdisciplinaridade.

As reuniões realizadas quinzenalmente pelos participantes do projeto facilitaram a elaboração das atividades na medida em que os professores trouxeram diferentes contribuições relativas às suas disciplinas específicas. Nesses momentos também foram discutidas as limitações das atividades, as dificuldades encontradas na sua elaboração e as dificuldades apresentadas pelos alunos, entre outros assuntos relativos à contextualização dos conteúdos

A síntese de significação nesse caso seria assim:

Relacionaram os conteúdos das diferentes disciplinas para resolver problemas contextualizados;

Sistematizaram os conhecimentos por meio de textos dissertativos.

Atividade 12

A pedido dos alunos, todas as suas atividades foram agrupadas em um caderno, para que pudessem utilizá-lo para estudo, assim como para observarem seu processo de construção conceitual.

Ensinar, aprender e avaliar são três partes de um mesmo processo e, portanto, inseparáveis. Assim, a avaliação deve ocorrer durante todo o processo, a fim de que o professor possa reconhecer as dificuldades dos alunos, as limitações das estratégias utilizadas e tomar as decisões sobre os caminhos a seguir para superar as dificuldades encontradas.

Portanto, elencamos aqui duas atividades que, acreditamos, nos dariam uma visão geral do conhecimento que foi construído pelos alunos durante a nossa intervenção. Um questionário (Anexo X), com questões específicas e gerais sobre o conteúdo, que deveria ser respondido em aula e sem consulta ao caderno, lhes foi apresentado e por fim realizamos uma avaliação coletiva, na qual os alunos, oralmente, expuseram suas respostas e dúvidas. Também construímos um mapa conceitual (Anexo XI), em grupo de alunos, com posterior exposição para a classe.

Os mapas conceituais podem ser usados como instrumentos de avaliação da aprendizagem, para se obter uma visualização da organização conceitual que o estudante atribui a um dado conhecimento. Trata-se, basicamente, de uma técnica não tradicional de avaliação, que busca informações sobre os significados e relações

significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino, segundo o ponto de vista do aluno (MOREIRA, 1984).

Os mapas conceituais são instrumentos distintos e não faz muito sentido querer avaliá-los como se avalia um teste de múltipla escolha ou um problema numérico. Segundo Moreira (1984), a análise de mapas conceituais é essencialmente qualitativa, e o professor deve procurar interpretar a informação dada pelo aluno no mapa a fim de obter evidências de aprendizagem. Explicações do aluno, orais ou escritas, em relação a seu mapa, facilitam muito a tarefa do professor nesse sentido.

Essa forma de encarar a avaliação está de acordo com a visão de representação do conhecimento através de uma rede, em que conhecer é tecer significações, enredar. Isso inclui o encadeamento cartesiano dos conhecimentos, mas também outras possibilidades de articulação de relações (MACHADO, 2002).

Para Machado (2002) e Caldeira (2005), aprender é, cada vez mais, partilhar significados, que são construídos por meio de relações estabelecidas entre os objetos, as noções e os conceitos, o que vai muito além da idéia do conhecimento como um conjunto de definições, pré-requisitos e linearidade.

Assim, de um ponto de vista tradicional, os mapas conceituais não representam estratégias importantes para o professor, que prefere a segurança de avaliar os alunos utilizando questões objetivas, sem margem de interpretações, que privilegia os alunos acostumados a memorizar conteúdos. De fato, esse é um recurso muito pessoal e por isso difícil de avaliar (quantificar) (MOREIRA, 1984).

O momento inicial da atividade foi marcado pela rejeição dos alunos, que entenderam a tarefa como “muito difícil” e “complicada”. Seguindo as orientações de Moreira (1997), sugerimos aos alunos que citassem 08 palavras referentes ao “fim de semana” e relacionassem essas palavras entre si, não necessitando que elas

apresentassem uma ordem ou hierarquia, mas que fossem visíveis as relações entre as diferentes palavras citadas.

Esse exercício inicial foi importante, pois em se tratando de um assunto que estava fora do contexto escolar e de expectativa para os jovens, estes se envolveram com o exercício, demonstrando terem compreendido o significado da tarefa.

Foi proposto, então, que à semelhança do mapa que haviam construído fosse feito um outro, com o tema Energia. A sala foi dividida em três grupos para a confecção dos mapas que, posteriormente, foram apresentados por cada um deles ao restante da sala.

O nosso objetivo, com essa atividade, era promover um exercício de relacionar os vários conteúdos trabalhados durante nossa intervenção e perceber, por meio da leitura do mapa e da exposição dos alunos, quais as relações que eles estariam estabelecendo, nesse momento da aprendizagem, com relação ao tema Energia. Durante as exposições, pudemos perceber alguns conceitos que foram compreendidos pelos alunos, assim como suas dificuldades em relação à construção desse instrumento.

Os mapas não serão analisados de acordo com suas especificidades, por não ser esse o objetivo da pesquisa, mas serviram para que tivéssemos uma noção das relações estabelecidas pelos alunos com as atividades realizadas e como eles explicavam essa relação.

Aqui, a síntese de significação é apresentada assim:

- *Relacionaram todos os conceitos trabalhados na seqüência didática sobre energia;*
- *Sistematizaram por meio de dissertação;*
- *Elaboraram mapa conceitual*

5. AGRUPAMENTO E ANÁLISE DAS SÍNTESES DE SIGNIFICAÇÃO FORMULADAS DURANTE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para termos uma visão geral das sínteses de significações desenvolvidas durante as atividades e, assim, sobre quais habilidades foram desenvolvidas durante o processo didático, agrupamo-las para posterior discussão.

- *Observaram o comportamento do vegetal Elodea sp na presença e na ausência de luz;*
- *Identificaram os elementos presentes no ensaio, gás oxigênio;*
- *Compararam as duas montagens, estabelecendo relação entre a variável luz e a concentração de oxigênio liberado pelo vegetal;*
- *Concluíram que na presença da luz o processo de fotossíntese é intensificado.*

- *Organizaram as idéias apresentadas sobre os processos de fotossíntese, respiração, fermentação e metabolismo energético e sistematizar essas informações por meio de resumos.*
- *Relacionaram os fenômenos de fotossíntese e respiração na compreensão do fenômeno observado (enclausuramento do vegetal).*
- *Somaram as idéias de maneira que chegaram à conclusão de que os processos de fotossíntese e respiração são processos complementares sendo ambos realizados por vegetais.*

- *Elaboraram hipóteses sobre a realização da fotossíntese em vegetais não verdes.*
- *Experimentaram através da técnica de cromatografia;*
- *Identificaram os pigmentos presentes nas folhas coloridas, assim com, os equipamentos utilizados na técnica de cromatografia.*

- *Sistematizaram por meio de relatório de aula prática, os objetivos, materiais utilizados, procedimentos e conclusão da atividade.*

- *Observaram ao microscópio óptico a célula vegetal;*
- *Identificaram suas estruturas (cloroplastos, parede celular, citoplasma);*
- *Elaboraram representação em desenho de cada aumento;*
- *Compararam células animais e vegetais;*
- *Relacionaram presença de cloroplastos com as características morfológicas das folhas.*

- *Identificaram a presença de CO₂ no balão;*
- *Compararam os tipos de fermentação alcoólica e láctica;*
- *Identificaram o açúcar e o microorganismo como variáveis que podem servir de padrão de comparação no experimento;*
- *Elaboraram um controle para o experimento.*

- *Elaboraram esquema de investigação para a solução da pergunta: Quanto maior a concentração de CO₂ no ambiente, maior será a taxa fotossintética realizada pelo vegetal?*
- *Relacionaram os conteúdos abordados com a problemática do aquecimento global;*
- *Interpretar dados de um gráfico sobre o ponto de compensação fótico.*

Relacionaram os conteúdos das diferentes disciplinas para resolver problemas contextualizados;
Sistematizaram os conhecimentos por meio de textos dissertativos.

- *Relacionaram todos os conceitos trabalhados na seqüência didática sobre energia;*
- *Sistematizaram por meio de dissertação;*
- *Elaboraram mapa conceitual*

Através da análise desse agrupamento, podemos perceber que o tema Energia foi se constituindo em um importante elemento do trabalho docente, permitindo que a ação didática oferecesse múltiplas possibilidades e habilidades para que novas significações fossem estabelecidas.

O conhecimento depende da elaboração de hipóteses, cuja sustentação depende do grau de verificação que podemos alcançar. Assim, para Caldeira (2005), o papel essencial do ensino de ciências está na construção do raciocínio lógico, sustentado por diversas formas sensórias, lingüísticas e matemáticas, etc. Através dos problemas propostos nas diferentes atividades, os alunos conseguiram promover atividade mental, somando idéias para a formulação de hipóteses e interpretação de dados e informações, necessárias para a construção do conceito.

Segundo Cachapuz et al. (2005), as hipóteses têm um papel importante na construção do conhecimento científico e a formulação das mesmas é um processo complexo, que tem origem na imaginação fértil e em idéias especulativas, o que subjaz um fundo reflexivo. Cabe aqui nos remetermos à dificuldade dos nossos alunos em trabalhar sob uma perspectiva investigativa, pois a criação de hipóteses plausíveis exige dos alunos grande capacidade criadora, um fundo teórico e um espírito crítico. A maioria dos nossos alunos não chega a entender um problema, muito menos são, em sua maioria, capazes de criar soluções para o mesmo. O desenvolvimento de habilidades do pensar é um importante meio de se avançar na complexidade dos problemas a serem analisados pelos alunos, afinal, os professores devem trabalhar segundo o nível de

desenvolvimento dos mesmos, apresentando desafios possíveis de serem vencidos pela sua mediação (VIGOTSKI, 2001).

Assim, o próprio trabalho com o ensino prático e investigativo deve ser gradual, iniciando-se por uma perspectiva adaptativa entre a teoria e a prática (ARRUDA et al. 2001), de maneira que as atividades propostas tenham graus de dificuldades diferentes em diferentes momentos do ensino e, assim, habilidades novas e mais complexas vão complementando o aporte cognitivo dos alunos.

Ao dizer que um fato é abstrato (porque não se repete nunca da mesma forma), o que observamos é concreto, traz implícita a idéia de que há um caminho a ser percorrido entre a abstração/concretude/abstração, referente ao espaço temporal despendido entre a percepção e a enunciação. Podemos dizer que esse caminho pode ser percorrido através do exercício de habilidades cognitivas que dão suporte a outras formas de construção conceitual.

É interessante destacar que diferentes atividades, com diferentes objetivos podem ser importantes para o desenvolvimento de habilidades diversas, daí a importância de se propor diferentes estratégias e em diferentes momentos do processo de ensino.

No conjunto de atividades realizadas, pudemos notar que as atividades de contextualização foram especialmente importantes no exercício da habilidade de relacionar. Por terem como base a interpretação de um conceito, perpassando várias áreas do conhecimento, as atividades contextualizadas criam condições para que as informações de outras disciplinas sejam retomadas e para o processo em questão possa ser entendido em sua totalidade. Assim também se permite a compreensão de que a Ciência sofre influências de esferas econômicas, sociais e políticas, devendo estar a serviço da humanidade.

Estabelecer relações foi imprescindível para que outras formas de linguagem (que não o texto) fossem desenvolvidas, por exemplo, a construção de mapas conceituais só é possível através do estabelecimento de relações entre vários conceitos, pertencentes a um mesmo tema. Da mesma forma, a interpretação de tabelas, gráficos e cálculos matemáticos podem ser tarefas realizadas em atividades de Biologia, dado seu valor na construção de conhecimentos científicos, não apenas no fazer Ciência, mas no aprender Ciência.

No entanto, foi nítida a presença de dificuldades que esses alunos têm com relação à escrita. Muitas vezes, oralmente, os alunos bem explicavam um fenômeno, teciam relações, mas quando lhes era solicitado que escrevessem um texto, os alunos apresentavam dificuldades. A quantidade de palavras escritas de maneira incorreta, assim como os erros de concordância e as frases mal formuladas era muito grande. Percebemos que as dificuldades da elaboração de textos escritos interfere, assim, na representação dos conceitos apreendidos.

Com relação à motivação dos alunos, pudemos verificar que esta não depende das atividades em si mesmas, mas de outras inúmeras variáveis que se inter-relacionam durante uma atividade prática, uma exposição, um diálogo, um exercício. Partindo sempre de atividades que se originavam de situações próximas dos interesses dos alunos, ou seja, contextualizadas em sua vivência, podemos dizer que a motivação dos alunos, no caso de nossa seqüência didática esteve centrada no conteúdo e, também, na forma de abordá-lo, nos tipos de relação de cumplicidade estabelecidas entre o professor e o aluno, na empatia, na comunicação e na linguagem oculta presente nas aulas e não apenas nos resultados de provas ou avaliações.

As aulas práticas realizadas em laboratório foram as que sempre estiveram precedidas de expectativas por parte dos alunos e uma situação interessante e favorável

à aprendizagem é a forma de organização que foi possível de ser realizada entre os alunos e a professora/pesquisadora, que favoreceu um contato entre as personagens, pois utilizando-se de círculos, bancadas e cadeiras móveis não se utilizou apenas da organização tradicional (o professor na frente da sala em situação de destaque).

Nesse sentido, concordamos com nosso referencial, que a aprendizagem depende da motivação e da cognição, mas, acrescentamos um outro fator que julgamos essencial à aprendizagem, a interação professor/aluno. Esses três fatores juntos, parecem ser essenciais e dependentes um dos outros, formando uma tríade como esquematizamos abaixo.



FIGURA 11: Esquema da relação entre os três fatores essenciais à aprendizagem das ciências.

O professor, para estimular a aprendizagem precisa ter em mente quais habilidades cognitivas ele deseja promover em seus alunos, buscando para isso, atividades que o motivem nesse processo, assim como o grau de dificuldade que eles demandam para se desenvolver conceitualmente e cognitivamente. Esses aspectos só são sinalizados por meio da interação do aluno com o professor, que tem a função de mediar e colaborar com seu crescimento intelectual.

Diante do exposto, podemos dizer que, além das análises didáticas, interessa-nos particularmente os resultados de aprendizagem, pois entendemos a necessária articulação entre o ensino e a aprendizagem. Assim, poderemos avaliar as linguagens, as habilidades do pensar e os conteúdos aprendidos no processo.

A. **No domínio das linguagens e seus valores** foram selecionadas seqüências didáticas que, a partir de textos jornalísticos, imagens midiáticas, quadrinhos e charges, os alunos pudessem compreender as diferentes interfaces que apresenta um conteúdo biológico como a Energia. Assim, foram instigados a produzir relatórios, textos, interpretar tabelas, gráficos, figuras, construir representações, mapas conceituais.

No que se refere aos valores, a metodologia didática possibilitou o desenvolvimento da auto-estima e autoconceito, ao incentivar a verbalização das idéias e conceitos dos alunos sobre os conceitos desenvolvidos durante toda a seqüência, o que permitiu à professora/pesquisadora avaliá-los durante o processo.

Por outro lado, houve também vários momentos em que a postura da professora/pesquisadora foi positiva para com os alunos, por exemplo, durante as exposições, quando as questões apresentadas foram respondidas de forma incorreta, a professora/pesquisadora lançava então uma nova questão, mas não tomava uma atitude de reprovação, valorizando o conhecimento que o aluno possuía naquele momento como uma matéria-prima para a construção de um novo conhecimento, mais elaborado. Quando da generalização de algum conceito, as expressões de alegria e contentamento da professora, o “eu sei que vocês conseguem”, “confiem no que vocês pensam”, “viram, como vocês entenderiam” são expressões que podem ter oferecido o aumento da auto-estima dos alunos e o incentivo para que cada vez mais se expressassem em aula.

No decorrer da seqüência, observamos que a motivação dos alunos foi deslocada. Primeiramente, os alunos apresentavam-se bastante interessados em sair da rotina da sala de aula, conhecer o laboratório, os equipamentos e seus funcionamentos. Assim, quando a atividade não era realizada no laboratório, as expressões eram de descontentamento e decepção, mas, no decorrer das aulas, outras atitudes positivas

puderam ser constatadas, por exemplo, o interesse pelas atividades propostas, de forma que os alunos não saíam da sala sem que antes as tivesse terminado, o que não era muito comum, pois, segundo a professora regente da disciplina, os alunos “saíam correndo” quando ouviam o sinal para a saída. Um fato interessante foi que em um dia em que os alunos foram dispensados antes do período, ao avistarem a professora/pesquisadora, retornaram do portão, perguntando se teria aula e se deveriam voltar a sala.

Outro dado interessante a respeito disso se refere às expressões e afirmações dos alunos obtidas durante o processo, por exemplo, “nossa, assim é mais fácil de estudar”, “essa aula é mais interessante que ficar escutando as professoras falarem”, “agora entendi”, “assim fica mais fácil de entender”, “eu nunca pensei nas coisas dessa forma, integrada”, demonstram atitudes de sentimento positivo com relação ao aprender Biologia.

B. No domínio das habilidades cognitivas, buscamos pensar em atividades didáticas que estimulassem os alunos a Observar, Descrever, Identificar, Comparar, Coletar Dados, Experimentar, Somar Idéias, Elaborar Tabelas, Gráficos, Esquemas, Sistematizar (por meio de: textos, maquetes, relatórios), Interpretar Dados, Relacionar. Entre elas podemos destacar o estabelecimento de relações, que se dá por meio do desenvolvimento de habilidades e da interpretação de novos signos, permitindo que o universo fenomênico do aluno seja acrescido de diversos elementos que irão enriquecer suas linguagens e suas interpretações sobre realidade. Nesse processo o aluno aprende a raciocinar “sobre” e “através de” fenômenos naturais ao formalizar conceitos e, concomitantemente, incorporar inúmeras habilidades.

Foi importante, também, ao final de cada conjunto de atividades, procuramos elaborar situações para que os alunos adquirissem a habilidade de “organizar” e selecionar as informações pertinentes, que foram sendo trabalhadas no decorrer do

processo de ensino e aprendizagem, a fim de que os conceitos principais apreendidos fossem objetos de conclusões.

Essas atividades são, principalmente, potenciais na compreensão dos próprios mecanismos de produção conceitual, pois ao refletir sobre o que sabe, o aluno identifica dúvidas, questões não totalmente resolvidas sobre o assunto que está sendo tratado e pode buscar soluções para seus problemas; uma pesquisa, uma investigação, a leitura de um texto, um filme, etc.

C. No domínio dos conceitos científicos os alunos, a partir dos conceitos específicos do tema Energia, puderam construir relações com as questões sociais econômicas e políticas. Também puderam compreender que a matriz energética de um país é uma decisão política, que afeta toda a população. Além disso, reconheceram que a cultura da cana de açúcar está presente na cultura brasileira, em geral, na literatura, nos hábitos.

Compreenderam que o Sol é fonte primeira de energia, utilizada pelos vegetais na produção de glicose e pelos animais que, por sua vez, se alimentam dos vegetais. Demonstraram ter compreendido que fotossíntese e respiração ou fermentação são processos complementares que não se anulam, mas são essenciais na dinâmica de um ecossistema.

Esses elementos citados anteriormente precisam ser mais estudados, principalmente no que se refere aos processos de aprendizagem. Avaliar quais relações são fundamentais para que o aluno, a partir de um tema gerador, aprenda a problematizar, a sustentar essa busca de respostas com conteúdos específicos das disciplinas e volte a interpretar o problema original, ou outros, de forma mais elaborada.

6. CONCLUSÕES

A Educação sempre será motivo de preocupação em nossa sociedade e à medida que as áreas de conhecimento se desenvolvem gerando novos conhecimentos surgem novas e diversas tecnologias da informação, capazes de veicular esse conhecimento aos indivíduos, “alfabetizados cientificamente” ou não. Pesquisas recentes na área da Educação têm apontado as dificuldades dos professores em mudar sua forma de trabalhar. Entendemos que precisamos avançar e preparar-nos para um futuro com práticas escolares diferentes, porque a complexidade das relações na sociedade se amplia e nossas escolas não têm conseguido acompanhar essas mudanças. Em relação à Educação em Ciências, a preocupação engloba a necessidade de se servir desse ensino para promover habilidades cognitivas que permitam aprendizagens mais duradouras.

Nossa investigação faz parte de um Projeto mais amplo, que tem como meta a melhoria da qualidade de ensino oferecida por uma escola estadual de ensino médio da cidade de Jaú, São Paulo, e, conseqüentemente, uma formação mais significativa e integral de seus alunos. Durante esta pesquisa, propomos e conduzimos uma seqüência didática para a aplicação do tema Energia na disciplina de Biologia em um grupo de 21 alunos do 1º ano do ensino médio dessa escola. O nosso objetivo foi a partir de uma seqüência didática, voltada às atividades práticas e contextualizadas, verificar quais habilidades cognitivas, ou do pensamento, foram sendo desenvolvidas pelos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem.

As atividades elaboradas tiveram como suporte teórico a perspectiva construtivista de aprendizagem, em que o professor assume o papel de mediar, mas também possibilitar o acesso dos alunos a diferentes experiências, com diferentes níveis de complexidade, permitido que diversas habilidades e linguagens sejam incorporadas por eles, facilitando assim a construção e ressignificação dos conceitos científicos. Para

isso, priorizamos as atividades práticas com diferentes níveis de organização e contextualizadas com a questão da produção de açúcar e álcool, muito comum na região onde está situada a escola.

Essas atividades representaram uma oportunidade de relacionar teoria e prática, tendo como principal finalidade promover a atividade mental dos alunos em torno de problemas simples, a partir dos quais várias habilidades cognitivas foram estimuladas: organizar o conhecimento, levantar hipóteses, fazer generalizações, observar, experimentar, interpretar dados, etc. Podemos destacar, ainda, a utilização desse recurso para explorar as idéias dos alunos durante todo o processo realizado, assim como, desenvolver, conseqüentemente, a sua compreensão conceitual.

Ao mesmo tempo, as atividades contextualizadas representaram a oportunidade de os alunos relacionarem os conceitos então estudados com a sua realidade, ou seja, com situações presentes no seu cotidiano – trabalho nos canaviais e usinas, as condições de trabalho, as questões ambientais envolvidas nas políticas de substituição da gasolina pelo álcool, a sua relação com o aquecimento global, as questões de saúde influenciadas por essa cultura agrícola – promovendo, assim, uma visão mais global e ampla desses conceitos, que podem ser resumidos no metabolismo energético no ecossistema terrestre.

Todavia, talvez a principal característica da seqüência didática proposta tenha sido a idéia de empregar um pluralismo metodológico (LABURÚ et al., 2003), em que variadas tarefas e a diversificação de métodos se mostraram cruciais para manter a atenção dos alunos em torno de uma unidade didática. Assim, outras metodologias foram utilizadas: debates, exposição dialogada, exposição dos alunos, entre outras.

Diante dos resultados obtidos, podemos concluir que a seqüência didática contribuiu para a melhoria das habilidades cognitivas dos alunos e essas permitiram o

desenvolvimento de suas habilidades metacognitivas, que são aquelas habilidades que permitem ao aluno compreender seus mecanismos individuais de aprendizagem.

No início das atividades, verificamos que os alunos apresentaram uma dificuldade muito grande em expressar suas idéias, suas concepções sobre os temas trabalhados, falavam com dificuldades, expressavam opiniões com insegurança, situação que evidenciou, tanto os conhecimentos prévios dos alunos com relação ao conteúdo como também a ausência de habilidades importantes que permitem aos indivíduos aprenderem melhor. O não desenvolvimento de habilidades de pensamento é demonstrada quando os alunos acham tudo difícil, fastidioso e incontrolável, pois a falta de envolvimento com os métodos de estudo e de aprendizagem adequados é para Almeida e Morais (2002) um dos fatores que contribuem para a falta de êxito dos alunos.

Durante as atividades realizadas, pudemos ver claramente a gradual alteração da utilização da linguagem pelos alunos, o envolvimento dos mesmos com as tarefas que lhes eram propostas, assim como uma maior facilidade em realizá-las.

Pudemos perceber, também, que as atividades de interpretação de imagens e elaboração de mapas conceituais, presentes na seqüência didática, foram muito importantes para potencializar a organização do conhecimento e a estruturação do pensamento dos alunos em torno do tema Energia. Ao mesmo tempo, o desenvolvimento de habilidades cognitivas e metacognitivas é um processo permanente e inacabado, completo e lento, que requer, antes de mais nada, o enfrentamento de concepções e hábitos de ensino enraizados nos alunos, habituados a atividades tradicionais de ensino, nas quais suas habilidades não são estimuladas e a memorização e o “prestar atenção na exposição” do professor são as únicas estratégias de estudo realizadas.

Inicialmente, os alunos deixaram bem claro que as novas atividades realizadas “davam muito trabalho”, pois “precisavam pensar muito”, mas após certo período de tempo, assumiram que o fato do professor os “obrigar” a pensar, ajudava na compreensão das atividades e dos conceitos científicos.

Assim, o desenvolvimento de habilidades cognitivas pareceu ter conseqüências quanto ao comportamento desses alunos. Se for dada aos alunos a oportunidade de pensar, comportamentos como dependência, falta de concentração, resistência à mudança e à necessidade de pensar poderiam ocorrer com menor freqüência. Isso permite-nos concluir, ainda, que a nossa intervenção favoreceu a mudança para atitudes mais positivas dos alunos com relação à aprendizagem da biologia.

O laboratório didático teve principal relevância nesta pesquisa, tanto na motivação dos alunos, ao permitir a saída da rotina da sala de aula, como na possibilidade do desenvolvimento de atividades práticas contextualizadas que se mostraram positivas para a montagem de estratégias investigativas, nos quais os alunos desenvolveram diferentes habilidades, entre elas, a observação, o levantamento de hipóteses, a análise de dados, as generalizações e a organização de idéias.

O interesse dos alunos, antes e após a realização da sequência didática, foi observado durante das atividades avaliativas, mas também pela freqüência às aulas e nas relações que se estabeleceram entre nós e os alunos, no levantamento de questões por parte dos alunos, na expressão de suas dúvidas, na entrega das atividades propostas, na atenção às aulas e no cuidado com os materiais do laboratório, pelo qual os alunos mostraram preferência para a realização das aulas.

Além disso, não podemos deixar de mencionar o não menos importante desenvolvimento conceitual dos alunos que, embora seja muito difícil de ser mensurado, através dos resultados das atividades e das explicações elaboradas pelos estudantes pode

ser observado em termos qualitativos, bem como a aquisição de novas linguagens e representações.

Essas conclusões ainda nos permitem considerar que mesmo em uma escola pública com alunos de características diversas, a maioria deles trabalhadores e que não se dedicam exclusivamente às atividades de estudo e, conseqüentemente, apresenta grande índice de evasão escolar, além de dificuldades conceituais de diversas naturezas, presentes nos estudantes, é possível ocorrer a aprendizagem de conceitos, de habilidades e de linguagens.

Ressaltamos o papel que o laboratório didático teve nesse processo, atuando não somente como motivador da aprendizagem, mas principalmente como facilitador, deixando claro que a função do laboratório não está em sua simples presença na escola, mas no uso que se pode fazer dele, a começar pela organização dos alunos durante as aulas.

Para que os professores possam atuar de maneira a otimizar o laboratório didático para o ensino e a aprendizagem de conceitos, linguagens e habilidades, se faz necessário uma formação mais adequada, voltada a essas questões. As licenciaturas estão, ainda, muito mais voltadas à formação conceitual do professor do que à sua formação didática e isso traz dificuldades a esses profissionais, quando se propõem a trabalhar de maneira diferente daquela para a qual foram formados.

Isso demanda estudo, dedicação e a busca de conhecimentos em fontes confiáveis, o que, para o professor, representa um obstáculo. Mesmo as atividades contextualizadas exigem do professor um tempo maior para a realização de pesquisas, de discussões e de debates com professores de outras áreas, a fim de que eles, primeiramente, compreendam os fenômenos que os cercam de forma global e assim possam ensinar aos alunos os conceitos em sua dimensão integral. Portanto, entender e

aplicar um ensino contextualizado requer do professor mais que a simples graduação em sua área de conhecimento, requer que o professor avance na compreensão da aprendizagem e de seus obstáculos e desafios.

Por fim, é preciso dizer que, devido à carga horária a que se submetem os professores do Ensino Médio, surge uma dificuldade muito grande em relação à preparação de aulas, principalmente de atividades práticas que demandam, mais do que sua idealização, a preparação de materiais, a limpeza e a manutenção dos equipamentos, sendo preciso afirmar que essa investigação só foi possível devido ao fato de estarmos em regime de dedicação exclusiva à pesquisa e recebendo auxílio financeiro da DS/CAPES.

Assim, em sua busca por melhores condições para os trabalhos práticos, o professor deve ultrapassar várias situações problema, que vão desde a organização física de um laboratório, à compra de material necessário às atividades e à luta por conquistas política, que lhe permita trabalhar melhor.

Uma possibilidade que poderia amenizar as dificuldades dos professores em exercício da rede de ensino seria a admissão de um monitor ou um profissional capacitado, que os auxiliasse na realização de atividades práticas, principalmente na sua preparação, organizando os materiais, os produtos químicos, fazendo cotação para compra de materiais, repondo-os quando de sua utilização e organizando o laboratório, após o término das atividades.

Uma atenção especial deve ser dada às normas de segurança com relação aos laboratórios, as vestimentas dos alunos durante as aulas, o respeito para com materiais vivos e a observância das leis, como a lei federal 6.638/ 79, que em seu artigo 3º estabelece normas para a prática didático-científica, proibindo vivissecação nas escolas de ensino médio (KRASILCHIK, 2004).

Por outro lado, mesmo admitindo que os fatores mencionados possam ser limitantes, consideramos que nenhum deles justifica a ausência de trabalho prático em aulas de Biologia. Um pequeno número de atividades, interessantes e desafiadoras, já seria suficiente para suprir as necessidades básicas desse componente essencial à formação dos jovens, que lhes permite relacionar os fatos à solução de problemas, oportunizando-lhes identificar questões para a investigação, elaborar hipóteses e planejar experimentos para testá-las, bem como organizar e interpretar os dados para, a partir deles, fazer generalizações e inferências.

Por fim, consideramos que aos educadores interessados em uma educação para o pensar cabe o estudo acurado das habilidades cognitivas e a transferência desse conhecimento com propriedade e competência, propiciando aos alunos compreender e incorporar ao seu saber a aplicação dessas habilidades com entusiasmo, prazerosamente ou não, porém certos da validade dos resultados finais, ou seja, da possibilidade aplicação desse conhecimento na vida, facilitando a tomada de decisões com autonomia e segurança. Afinal, o mundo de hoje pede pensadores com qualidade para pensar as urgências educacionais, sociais ou morais que emergem no dia-a-dia.

Voltamos a afirmar que o desenvolvimento das habilidades cognitivas e metacognitivas pelos alunos no contexto escolar não acontece isoladamente, ao contrário, é um trabalho integrado, cujo objetivo final é dar consistência ao processo reflexivo do pensar bem.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEBLI, H. *Prática de Ensino*. EDUSP, São Paulo, 1982.

ALMEIDA, L. S. e MORAIS, M. F. *Programa “Promoção Cognitiva”* (4º Ed.). Braga: Psiquilíbrios Edições, 2002.

ALMEIDA, M. J. P.M. *Discursos da Ciência da Escola: Ideologia e Leituras Possíveis*. Campinas: Mercado de Letras. 2004. 127p.

ALMEIDA, R. O. Noção de Fotossíntese: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciências. *Revista Virtual*, Candombá, v. 1, n. 1, p. 16 – 32, 2005.

ALVES, A.J. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. *Cadernos de Pesquisa*, n.77, p.53-61, 1991.

AMORIN, A. C. & BRAÚNA, R.C. A. Construindo uma metodologia para o ensino da fotossíntese. In: *Encontro perspectivas do ensino de biologia*, 5. São Paulo: FEUSP, 1995.

ANDRÉ, M. E. D. A. A pesquisa no cotidiano da escola. 9ªed. In: FAZENDA, I. (org.) *Metodologia da Pesquisa Educacional*. São Paulo: Cortez, 2004.

ARANTE, J. S. N., FRANÇA, M. J. de, CHAMPOSKI, C. PEREIRA, J. B.; AMORIM, P. T.; BACKES, R. L. *Aquecimento Global. O verde sofre seus Efeitos*. Disponível em: http://www.caaq.ufsc.br/anais_mct/saude/saude2.pdf. Acesso em 20/03/2008

ARAÚJO, M. S. T., ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

ARRUDA, S. M; SILVA, M. R; LABURU, C. E. Laboratório Didático de Física a Partir de uma Perspectiva Kunhiana. *Cadernos Catarinenses de Ensino* v.9, n. 3, 2001.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____. *O novo espírito científico*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2001.

BARBOSA, J e BORGES, A. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. *Caderno Brasileiro do Ensino de Física*, Florianópolis, Vol. 23, N. 2, ago./2006.

BARBOSA, J. P. V. Evolução dos Modelos Mentais de Energia. *Dissertação de Mestrado* - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

BASTIDA DE LA CALLE, M. et al. Prácticas de laboratorio: una inversión poco rentable? *Investigación en La Escuela*, v. 11, p. 77-91, 1990.

BASTOS, F. O conceito de célula viva entre os alunos de segundo grau. *Em Aberto*, v. 11, n. 55, p. 63-69, Brasília, 1992.

BERTÃO, A. M.; FERREIRA, M. S.; dos SANTOS, M. R. *Pensar a escola sob os olhares da psicologia*. Edições Afrontamentos, Porto: Biblioteca das Ciências do Homem, 1999.

BIZZO, N. *Ciências: Fácil ou difícil?* Ática, São Paulo, 2002.

BIZZO, N.M.V. e KAWASAKI, C.S. Este artigo não contém colesterol: pelo fim das imposturas intelectuais no ensino de ciências. Projeto – *Revista de Educação*, ano 1, n. 1, p. 25-34, 1999.

BOGDAN, R. C. & BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

BORGES, A. T. Modelos mentais de eletromagnetismo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.15, n.1, p. 7-31, abr. 1998.

BORGES, A. T. Como evoluem os modelos mentais. *Ensaio*, v. 1, n. 1, p. 85-125, 1999.

BRANSFORD, J. D., BOWN, A.L. e COOKING, R. R (eds.). *How people learn: brain, mind, experience, and school*. Washington, D. C.:National Academy Press, 2000

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

_____, *Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

_____, *Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BZUNECK, J. A. A motivação dos alunos: Aspectos Introdutórios. In: BORUCHOVITCH, E. & BZUNECK, J. A. (orgs) *A motivação do aluno: Contribuições da psicologia contemporânea*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

CAAMAÑO, A. La química al nou batxillerat. Quins continguts? *Butlletí. Lès ciències experimentals i la reforma*, v. 93, p. 15-20, 1995.

CABALLER, M. J.; GIMENÈZ, I. Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 11(1), p. 63-68, 1993.

CACHAPUZ, A; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J. VILCHES, A. (orgs) *A Necesária renovação do ensino de Ciências*, São Paulo: Cortez Editora, 2005.

CAPELETTO, A. *Biologia e Educação ambiental: Roteiros de trabalho*. São Paulo: Editora Ática, 1992.

CALDEIRA, A.M.A. *Análise Semiótica do Processo de Ensino e Aprendizagem. Tese de Livre-docência*. Unesp, Bauru, 2005.

CAMARGO, C. C. De. *Análise das oportunidades de aprendizagem em aulas expositivo-participativas: estudo de caso de um professor de Biologia. Dissertação de mestrado* – UFSCAR, São Carlos, 2005.

CANIATO, R. *Consciência na Educação*. Campinas: Papirus, 1989.

CARVALHO, A. M. P. de. *Critérios Estruturantes para o Ensino das Ciências. Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. Pioneira Thomson Learning, São Paulo, 2004.

CHARLOT, B. *Da relação com o saber: elementos para uma teoria*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000

CHEVALLARD, Y. *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1985.

CLAXTON, G., *Educar mentes curiosas*. Madrid: Aprendizaje/Visor, 1994.

CLEMENT, J. Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, v. 22, p. 1041-1053, 2000.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. *Metodologia do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1990.

DRIVER, R., OLDFHAM, V. A constructivist approach to curriculum development in Science. *Studies in Science Education*, n.13,p.105-122, 1986.

FLICK,F. *Uma introdução à pesquisa qualitativa*. Tradução de Sandra Netz. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido*. São Paulo: Paz e Terra, 1994.

FREIRE, Paulo, *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à pratica educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

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

GIASSI, M. G. e MORAES, E. C. *A Contextualização e sua Importância para a*

Compreensão do II Simpósio Internacional e V Fórum Nacional de Educação (ULBRA), Torres/RS, 2008. Disponível em: www.ulbra.br/ppgedu/eventos-brasil.htm. Acesso em 20/12/2008.

GILBERT, J. K. Towards a lakatosian analysis of the piagetian and alternative conceptions research programs. *Science Education*, 69 (5), 681-696, 1985.

GIL, D. Tres paradigmas básicos em la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 1 (1), 26-33, 1983.

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

GIL, D. e PAYÁ, J. Los trabajos prácticos de Física e Química y la metodología científica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 2 (2), 73-79, 1988.

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

GIL-PÉREZ, D.; MACEDO, B.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; SIFREDO, C.; VALDÉS, P.; VILCHES, A. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago: OREALC/UNESCO, 2005.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. de. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. 2º Ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GONZÁLEZ, E. ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos?, *Enseñanza de las Ciencias*, v. 10, n. 2, p. 206-211, 1992.

GUIMARÃES, S. E. R. Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. In: BZUNECK, J. A.; BORUCHOVITCH, E. *A motivação do aluno*. Petrópolis: Editora Vozes, p.37-57, 2001.

HENRIQUE, K. F. O pensamento físico e o pensamento do senso comum: a energia no 2º grau. 1996. 1 v. *Dissertação de Mestrado* - Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

HIGA, T.T. Conservação de energia: estudo histórico e levantamento conceitual de alunos. *Dissertação de Mestrado* - Faculdade de Educação - USP, São Paulo, 1988.

HODSON, D. A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, vol. 70 no. 256, Association for Science Education, U.K. 1990.

_____. Assessment of practical work: some considerations in philosophy of science. *Science and Educations*, Vol. 1 (2) 115-144, 1992.

_____. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 12(3), 299-313, Barcelona, 1994.

_____. Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. *Educación Química*, 16(1), p.30-38, 2005.

158

_____. *Experimentos na Ciência e no Ensino de Ciências*. Tradução de Paulo A. Porto. Educational Philosophy and Theory, 2006.

HOFSTEIN, A. E LUNNETA, V. N. The Role of the laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects os Research. In: *Review of Educational Research*. USA, Summmer, 1982.

KAWASAKI, C.S. Nutrição vegetal: campo de estudo para o ensino de ciências. *Tese de Doutorado*. FEUSP, São Paulo, 1998.

KAWASAKI, C.S. e BIZZO, N.M.V. Idéias de nutrição vegetal: o velho dilema entre o papel nutricional das raízes e da fotossíntese. *Projeto – Revista de Educação*, ano 1, n. 1, p. 2-9, 1999.

_____. Fotossíntese um tema para o ensino de ciências? *Química Nova Na Escola*, nº 12, Novembro, 2000.

KRASILCHIK, M. *O professor e o Currículo das Ciências*. EPU/EDUSP, 1987.

_____. Formação de Professores e Ensino de Ciências: Tendências nos anos 90. In: MENEZES, L. C. (Org.) *Formação Continuada de Professores de Ciências*. OEI/NUPE. Campinas: Autores Associados, p. 135-40, 1996

_____. *Prática de ensino de Biologia*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M. A Considerações sobre a função o do experimento no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru: UNESP, n. 3, 1996.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Por um pluralismo metodológico para o ensino de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru: UNESP, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

_____. Fundamentos para um experimento cativante. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 3: p. 382-404, dez. 2006.

LIMA, M.E.C.C.; JÚNIOR, O.G.A.; BRAGA, S.A.M. *Aprender ciências – um mundo de materiais*. Belo Horizonte: Ed. UFMG. 1999. 78p.

LIPMAN, M. *O pensar na educação*. Petrópolis: Vozes, 1995.

LOPES, J. M. Supervisão do trabalho experimental no 3º ciclo do ensino básico: um modelo inovador. *Dissertação de mestrado*. Universidade de Aveiro, 1994.

LORENCINI, A. O Ensino de Ciências e a Formulação de Perguntas e Respostas em Sala de Aula. *Tese*, Faculdade de Educação da USP, São Paulo, 1995.

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

LUZ, M. R.M.P. e DA POIAN, A. T. O ensino classificatório do metabolismo humano. *Ciência e Cultura*. São Paulo, v. 57, nº 4, p. 43-45, 2005.

MACHADO, N. J. *Educação: Projeto e Valores*. São Paulo: Escrituras Editora, 2000.

MACHADO, N.J. *Epistemologia e Didática: as concepções de conhecimentos e inteligência e a prática docente*. 5ª ed. São Paulo: Cortez. 2002.

MARTINS, J. A pesquisa qualitativa. In. FAZENDA, I (org). *Metodologia da Pesquisa Educacional*. São Paulo: Cortez, 2004.

MILLAR, R.; DRIVER, R. Beyond processes. *Studies in Science Education*, v. 14, p. 33-62, 1987.

MORAES, A. M. e MORAES, I. J. A avaliação conceitual de força e movimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, n. 2, 2000.

MIGUÉNS, M. e GARRET, R. M. Práticas em la Enseñanza de las Ciencias. Problemas y Posibilidades. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 3, p. 229-236. [8], 1991

MORAIS, P. L. L. dos. A competência dos professores de Biologia em contextualizar os conteúdos específicos. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

MOREIRA, M.A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura*, v. 32(4), p. 474-479, 1984.

_____. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa no ensino de física*. Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 1992.

MOREIRA, M.A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez. 2001.

MORTIMER, E.F. Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, v. 4, p. 267-285, 1995.

MINAYO, M. C. (org.). *Pesquisa social: teoria método e criatividade*. 7. ed. Petrópolis - RJ: Vozes, 1997.

NOVAK, J. D. Y GOWIN, D. B. *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca, 1988.

NOVAK, J. D. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

OLIVEIRA, G.A., SOUZA, C.R., DA POIAN, A.T. e LUZ, M.R.M.P. *Adv. Physiol. Educ.* v. 27, p. 97-101. 2003.

ORTHOFF, Silvia. *Um pipi choveu aqui*. São Paulo: Global Editora, 1998.

PERALES PALACIOS, F. J. Los trabajos Practicos y La didactica de Lãs Ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12(1) 1994.

PERRENOUD, Ph. La transposition didactique à partir de pratiques : des savoirs aux Compétences. *Revue des sciences de l'éducation*. Montréal, v. XXIV, n. 3, p. 487-514, 1998.

PÉREZ-LANDEZÁBAL, M.C, FAVIERES, A., MANRIQUE, M. J., VARELA, P. La energía como núcleo en el diseño curricular de la física. *Enseñanza de Las Ciencias*, Barcelona, v. 13, n. 1, p.55-65, 1995.

PIAGET, J. *O desenvolvimento do pensamento - equilibração das estruturas cognitivas*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1977.

PINTRICH, P. R.; MARX, R. W.; BOYLE, R. A. Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, v. 63, n. 2, p. 197-199, 1993.

PLANO DE GESTÃO: 2007-2010. EE Major Prado, 398p.

POSNER, G. J. et al. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change, *Science Education*, v. 66, p.211-27, 1982.

RAMOS, M. *A Pedagogia das Competências: autonomia ou adaptação?* São Paulo: Cortez, 2001.

RIBEIRO, M. F. y NETO, A. J. La Enseñanza de las Ciencias y el Desarrollo de Destrezas de Pensamento: Un Estudio Metacognitivo con Alumnos de 7º de Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 26 (2), p. 211-226, 2008.

SALEMA, M. H. *Ensinar e aprender a pensar*. Porto Alegre: Texto Editora, 1997.

SANMARTÍ, N. *La didáctica de las ciencias en la educacioón secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis, 2002.

SANTOS, M.L. Interdisciplinaridade no ensino médio: a construção de um projeto coletivo. *Dissertação* (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2008.

SANTOS, V. P. dos. *Interdisciplinaridade na sala de aula*. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

SILVEIRA, R. V. M. da. Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético? *Dissertação de mestrado*. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOLOMON, J. Teaching the conservation of energy. *Physics Education*, v. 20, p. 165-170, 1985.

SOUZA, S. C. & ALMEIDA, M. J. P. M. *Leitura nas ciências do ensino fundamental: a Fotossíntese em textos originais de cientistas*. Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas, Campinas: Proposições, n. 50, 2001.

SOUZA, S. C. *Leitura e Fotossíntese: proposta de ensino numa abordagem cultural. Tese (Doutorado em Educação)*, Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas, 2000.

SOUZA FILHO, O. M. *Evolução da idéia de conservação da energia: um exemplo de história da ciência no ensino de física. Dissertação de mestrado* - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

SMITH, J. P.; DISESSA, A. A.; ROSCHELLE, J. Misconceptions reconceived: a constructivist analysis of knowledge in transition. *Journal of the Learning Science*, v. 3, n. 2, p. 115-163

STIPEK, D. J. *Motivation to learn: from theory to practice*. 2. ed. Boston: Allyn and Bacon, 1993.

STRIKE, K. A.; POSNER, G. J. A revisionist theory of conceptual change. In: DUSCHL, R.; HALMILTON, R. (Eds.). *Philosophy of Science and Educational Theory and Practice*. Albany: Sony Press, p. 147-176, 1992.

STUART, R. de e MARCONDES, M. E. R. *Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)*. UFPR, Curitiba, 2008.

TAMIR, P. & LUNNETA, V.N. Inquiry-related tasks in high school science laboratory handbooks. *Science Education*, v.65, p. 477-484, 1981.

TAPIA, J. A.; FITA, E. C. *A motivação na escola. O que é como se faz*. 4. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

TARÍN, R. M. Y SANMARTÍ, N. L'educación en els camps dels valors científics In PUIG, J.M; MARTÍN, M. Y TRILLA, J. *Cròniques per a una educació de formació en valors a secundària*, Col. Interseccions, 1998.

TRUMPER, R. Being constructive: na alternative approach to the teaching of the energy concept, part two. *International Journal of Science Education*, v. 13, n. 1, p. 1-10, 1991.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 5.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

_____. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WALLON, H. *Psicologia e Educação da criança*. Lisboa: Editorial Vega, 1979.

WATTS, D. M. Some alternative views of energy. *Physics Education*, Bristol, v. 18, n. 5, p.213-216, 1983.

WHITE, R. T. The link between the laboratory and learning, *International Journal of Science Education*, v. 18, n. 7, p. 761-774, 1996.

ZABALA, A. *A Prática Educativa*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

ZAGO, L. M., GOMES, A. C., FERRERIRA, H. A., SOARES, N.S., GONÇALVES. C. A. Fotossíntese: Concepções dos alunos do Ensino Médio de Itumbiara – Go e Buriti-Alegre – GO. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, supl. 1, p. 780-782, Porto Alegre, 2007.

ANEXOS

Anexo I

Diálogo da Atividade 1

Iniciando a atividade, a professora/pesquisadora lançou a seguinte questão, que resultou no diálogo apresentado abaixo: - Pessoal, alguém sabe sobre o que vamos falar hoje? Sobre o que é a atividade prática que vamos fazer? (A: aluno; P: professora/pesquisadora)

A: sobre fotossíntese... ah... a professora disse.

P: sim! E o que é a fotossíntese?

A: é aquilo que as plantas fazem.

P: aquilo o quê?

A: é o processo... como as plantas respiram...

P: ah... entendi. Então os animais respiram e as plantas fazem fotossíntese?

A: é!

P: mas as plantas não respiram também?

A: não, né?!... eu acho que não

P: e aí pessoal, sim ou não? O que vocês acham?

A: não!!! (vários responderam em coro)

P: ao invés de respirar ela faz fotossíntese?

A: vai, dona, responde... as plantas respiram?

P: Olha, vamos entender uma coisa: os animais respiram. As plantas respiram e fazem fotossíntese. São dois processos diferentes, certo? Vocês vão entender isso aos poucos, mas quero que considerem isso, por enquanto. Fotossíntese e respiração são dois processos diferentes... Complementares... Mas, vocês vão entender durante as aulas. Hoje nós vamos nos ater a entender melhor como é o processo de fotossíntese, tá?! que importância vocês acham que tem a fotossíntese?

A: ...(silêncio)

P: pra que a planta faz a fotossíntese pessoal?

A: pra produzir oxigênio pro ambiente... pra gente respirar.

A: as plantas eliminam o oxigênio pro homem...

P: e você acha que é essa a importância do processo?

A: é...

A: se as plantas não fizessem fotossíntese, a gente não ia mais ter oxigênio pra respirar.

A: elas purificam nosso ar...

P: ah! Então as plantas fazem fotossíntese pra produzir oxigênio pra eliminá-lo pra gente respirar? E esse processo não tem importância pra ela, então?

A: ah...

A: deve ter professora, eu não sei...

P: bom, o que as plantas retiram do ambiente?

A: água... terra...

A: retiram gás carbônico e eliminam oxigênio.

P: vocês concordam com o que a colega falou? Vocês já estudaram isso?

A: sim! (em coro)

A: estudamos, né...mas...

P: mas então vamos pensar um pouco...você acham que as plantas devem fazer a fotossíntese por que precisam utilizar o gás carbônico ou por que precisam eliminar oxigênio?

A: é que ela precisa usar o gás carbônico....

A: porque precisam do gás carbônico.

P: exatamente... e pra que será que ela usa esse gás? o gás carbônico?

A: (silêncio total)

P: vamos pessoal, ninguém tem uma sugestão? Se a planta retira o gás carbônico do meio ela usa ele pra alguma coisa, vocês não acham?

A: não lembro professora, fala você...

P: nós, humanos, precisamos de energia pra viver, não é? Essa energia vem de onde?

A: da comida... dos alimentos...

A: das frutas...

A: das carnes.

P: muito bom... a gente mastiga os alimentos e engole. No estômago vão sendo cada vez mais quebrados até chegarem ao tamanho de moléculas pequenas que podem ser utilizadas pelas células... como a glicose que é uma molécula formada por carbono. Vocês já aprenderam isso?

A: isso sim...já nem lembro mais.

P: Então, no caso das plantas, elas utilizam o carbono do gás carbônico e a água que elas retiram pelas raízes pra produzirem glicose, que é a forma de energia utilizada pelas suas células. Elas eliminam o gás oxigênio que não é utilizado nesse processo.

A: ah, sim...

A: aha...

P: as plantas que vivem na terra retiram o carbono do gás carbônico, certo? E as plantas que vivem na água?

A: tem carbono na água, professora?

P: isso mesmo tem gás carbônico dissolvido nos ecossistemas aquáticos... a gente vai fazer um experimento utilizando um vegetal que vive na água... ela é usada pra enfeitar aquário; para isso, vamos fazer uma solução com bicarbonato de sódio. Por que vocês acham que vamos utilizar o bicarbonato de sódio? (ênfase ao falar)

A: por que ele tem carbono!?

P: isso mesmo, a molécula do bicarbonato é formada por sódio, carbono, hidrogênio e oxigênio. No nosso experimento, a fonte de carbono utilizada pela nossa planta será o bicarbonato de sódio. Eu quero que três alunos de cada grupo montem o experimento pra mim, quem quer fazer?

P: já colocamos a plantinha nessa solução...e agora, o que vocês acham que vai acontecer?

A: a planta vai realizar fotossíntese.

P: sim, mas será que vai acontecer algo que dê pra gente ver que isso está acontecendo?

A: (silêncio geral)

P: vamos pensar pessoal...

A: eu acho que a água do tubo de ensaio vai descer...

P: como assim?

A: ah, vai formar uma bolha encima do tubo.

P: por que você acha isso?

A: porque a planta vai eliminar oxigênio.

P: e aí o oxigênio que ela liberar vai se juntar e formar uma bolha?

A: é!?!

P: alguém tem mais algum palpite?

A: (silêncio)

P: vamos observar, então, pra ver o que acontece. A gente vai colocar esse béquer aqui pertinho da lâmpada e esse outro, no escuro (dentro do armário).

P: o que vocês acham que vai acontecer com a planta no escuro?

A: a planta vai morrer?

A: eu acho que ela vai murchar...

P: ah! Então quer dizer que durante a noite as plantas morrem? Ou elas murcham de noite e desmurcham durante o dia?

A: é... não sei mais...

A: fala o que acontece, dona.

P: vamos esperar, depois a gente compara...

A: professora, achei que a gente iria ver fogo, aquelas coisas assim...

P: não... isso que a gente vê em filmes nem sempre é a realidade de um laboratório... vocês vão perceber isso durante nossas atividades.

Após cerca de vinte minutos... durante os quais os alunos se movimentaram pelo laboratório, observando os equipamentos expostos e pedindo explicações para a professora/pesquisadora sobre o seu funcionamento, o que foi feito sempre que possível, pois a maior parte dos equipamentos pertenciam a conteúdos específicos da disciplina de Física, ao qual a professora não tinha muito conhecimento.

P: vamos lá, pessoal, observem o que está acontecendo...

A: tá enchendo de bolhinhas professora...

A: olha, que “massa”, quanta bolhinha...

A: vê, ó, elas tão subindo.

P: o que será que são essas bolhinhas?

A: o oxigênio que a planta liberou.

P: certo... Agora vamos ver o que aconteceu com a planta que ficou no escuro...

A: tem bolhinha de oxigênio também.

A: está liberando oxigênio, mas nem tanto quanto a outra...

A: só que não tem tanto quanto naquela outra.

P: certo e a quê conclusão vocês podem chegar?

A: que na luz a planta faz mais fotossíntese.

P: todos concordam com isso?

A: sim

P: por quê, gente, por que vocês concordam?

A: a, dona, a planta que ficou na luz fez mais fotossíntese, então...

A: elas estão iguais a única coisa que mudou foi a luz, né... só pode ser por causa da luz...

P: então é isso, para que a planta consiga absorver o gás carbônico e produzir seu alimento, ela utiliza a energia luminosa, a luz do sol, que é absorvida pelas folhas. Por isso, durante o dia a planta faz mais fotossíntese que à noite, quando a luminosidade é menor. Mas não significa que de noite ela pare de fazer fotossíntese... Isto ficou claro pra vocês?

A: sim

Anexo II

Atividade 2

1. Observe as imagens do cartaz:



- a) Quais semelhanças existem entre os dois seres apresentados?
 - b) Quais diferenças existem entre eles?
 - c) Existe alguma interação entre eles? Qual?
2. Todos os seres vivos necessitam de energia para viver. De onde os vegetais e os animais retiram energia para o seu sustento?
 3. Em que local é liberada no organismo vivo a energia presente em animais e vegetais, que permite sua sobrevivência?
 4. Complete a tabela abaixo com palavras que você relaciona com os termos:

ENERGIA	GLICOSE

Anexo III**Relatório de atividade prática proposto aos alunos.**

Nome..... nº:.....

Título do experimento:**Objetivo:****Materiais:****Procedimentos:****Conclusão:**

Como as plantas que não são verdes conseguem captar a luz do sol para realizar a quebra da molécula de água, primeira etapa da fotossíntese?

Anexo IV

Texto utilizado em aula de microscopia

História das Lentes



Citam os historiadores que no século XV, era moda entre os juizes esconder o olhar e encobrir as reações que lhes produziam os relatos expressados pelos réus, advogados e promotores, e utilizavam para isto cristais fumes. Dessa forma mantinham à margem de tornar publicas suas expressões, o que evitava também que nas entrelinhas, os autores e réus dos juizes não pudessem se aproveitar e acomodar os relatos de acordo com as expressões que viam no magistrado. Os cristais fumes eram de enorme ajuda para que os juizes também pudessem manter imparcialidade ante o júri e a deliberação deste, já que não tinham sido influenciados pelas reações do magistrado.

E foi antes de se formularem as leis da óptica, que os chineses já dominavam a arte de produzir lentes simples manufacturando cristais de quartzo e outros materiais, inclusive armações de diferentes materiais, como o carey (este material era retirado das escamas da tartaruga de carey, em finas camadas, que após o polimento adquiria um brilho e transparência muito apreciados). Alguns destes óculos eram para fins ornamentais e outros para fins medicinais.

Nos escritos de Confúcio, 500 anos a.C., já mencionava ter aliviado a visão de um sapateiro com o uso de lentes. Também se afirma que Roger Bacon (1214-1294), em 1276, os descreveu encarecendo suas bondades curativas para os anciãos de vista fraca. O veneziano Marco Pólo, visitou a China clássica, em 1270 e encontrou pessoas que usavam aqueles ornamentos.

Mas sabe-se que os primeiros óculos foram fabricados pelo italiano Salvino D'Armato em 1285. Uma inscrição lapidária no sepulcro em Florença o atesta. O escrito diz: - "Aqui jaz Salvino D'Armato de Amati de Florença. Inventor dos Óculos. Deus perdoe os seus pecados. A. D. 1317". - Tudo isto se refere a fabricação ou construção dos óculos, pois não é menos certo que as "propriedades ópticas das superfícies curvas de cristais" já foram conhecidas pelo mesmo Euclides, 390 a.C. e por Cláudio Ptolomeo, 127-151 d.C.

Séculos depois apareceu o eminente matemático árabe Alhazen (965-1038), que refutou e emendou a teoria que desde a época de Euclides se mantinha como veraz, que consistia na crença "que os raios visuais procediam de um ponto dentro do olho e que estes se espalhavam formando um cone visual cuja base descansava sobre o objeto", Alhazen (Abu-Ali al-Hasan) demonstrou o contrário, indicando que "os raios visuais passam do objeto ao olho" e insinuou a "verdadeira conduta da luz ao passar de um meio tênue a um meio denso". A fim de explicar e descrever o resultado de seus testes costumava utilizar pequenos segmentos de cristal em forma oval.



Graças a descoberta das primeiras lentes, que se produziu a lupa, a tri-lupa e o microscópio, para o qual há ciências baseadas exclusivamente nestes descobrimentos. A medicina, a biologia, a história natural, a química entre outras são bons exemplos. Existem outras como a bacteriologia, a petrografia e a metalografia entre outras, precisam apelar sem dúvida a Microscopia para complementar os estudos feitos a olho nu.

Posteriormente, e com destino a pesquisa científica, apareceram as lentes ou lupas e o microscópio "simples" com dispositivos especiais e com um poder de ampliação da imagem observada de não mais de quarenta diâmetros. Oportuno é constatar aqui que tanto os óculos como as lupas ou lentes (antecessores do microscópio) operam como microscópios simples. Praticamente são iguais.

A lupa está composta somente por uma lente convergente, ainda que existam aquelas que compõem um jogo de duas ou três lentes (bilupas, trilupas). Eram feitas com montagens especiais permitindo sobrepor ou mudar as lentes de diferentes aumentos e observar simultaneamente, a crescente ampliação do objeto de exame. Elas nos dão uma imagem virtual direita e uma ampliação variável de 5 a 40 diâmetros.

Imaginemos que sem as lentes e por sua vez sem a lupa, o microscópio, ficariam a margem da ciência o estudo das coisas e dos seres, ou entidades sumamente pequenas, microscópicas e impossíveis de serem estudadas pelo olho humano. Os diminutos indivíduos viventes que abundam a milhares em uma gota de água, tem sido o assombro científico em todos os tempos.

A comprovação experimental de que a textura de animais e plantas em última análise se reduz a uma confederação de tecidos e estes por sua vez de células confederadas, potencialmente capazes cada uma delas de vida independente, com uma organização e estrutura complexas; assim como o fato comprovado de que a soma total de energias elaboradas por cada um destes microscópicos componentes celulares, imprimem a totalidade do indivíduo, vegetal ou animal, o selo específico de sua estirpe na escala correspondente, é, repetimos, coisa que maravilha e causa sensação ao cientista.

O microscópio nos dá imagens invertidas, ou seja que o lado direito do objeto amplificado aparece à esquerda na imagem óptica, e a cara superior daquele se vê na parte inferior desta. Goza de um enorme poder de amplificação, podendo sobrepor a vários milhares de diâmetros. Fundamentalmente consiste seu mecanismo na adaptação de sistemas de lentes de aumento (lentes convergentes) nas extremidades de um tubo cilíndrico enegrecido interiormente. As lentes colocadas na parte superior do tubo se chamam oculares e as do extremo inferior, objetivas.

A denominação de "microscópio" foi dada por Johann Giovanni Faber (1570-1640) de Bamberg em 1624; médico residente em Roma e a serviço do papa Urbano VI I; membro da Academia de Lincei. O vocábulo provém de dois vocábulos gregos: - "micros, pequeno e skopein, ver, examinar".

Parece evidente que o microscópio "composto" foi inventado no final do ano de 1590 por Hans (pai) e Zacarias (filho) Janssen, de Middelbourg, Holanda; principalmente por Zacarias, que asseguram, combinava duas lentes simples convergentes: uma operava de "objetiva" e a outra de "ocular".

Não obstante, a paternidade do microscópio tem sido muito discutida e disputada. Temos por exemplo que os italianos atribuem o singular invento a seu compatriota o famoso Galileu Galilei, (1564-1642), natural de Pisa, eminente físico e matemático. Segundo testemunhos, o que Galileu fez, fundador do

método experimental e da ciência dinâmica foi, em 1609, combinar as lentes ou cristais de aumento em um tubo de chumbo ou papelão, construído por ele mesmo, aplicando-as ao estudo da astronomia, mas afirmam, em conhecimento já do aparato óptico inventado pelos Janssen.

Tal aparato de Galileu, conseguiu com que aumentasse trinta vezes é considerado como o primeiro telescópio produzido. Mas parece ainda não ser este o seu descobridor, pois sabe-se que seu contemporâneo Hans Lippershey tinha um telescópio e que Galileu indagou sobre seus fundamentos, e em posse destes construiu o seu, aprimorando-o. - O fato de haver construído seus próprios microscópios, como aconteceu com Galileu, Fontana, Drebbel, Kircher, Hooke, Leeuwenhoek, etc., não lhes credita obter a patente de inventores como seus biógrafos pretendem. Pelas computações cronológicas, como veremos, o progenitor do invento não disputa pertence aos Janssen.

O famoso Anton van Leeuwenhoek, considerado como o pai ou progenitor da Microscopia e provavelmente da bacteriologia também, que em 1675 relatou ter descoberto animaizinhos na água da chuva e afirmava que "eram dez mil vezes menores que as moscas de água" vistas por Swammerdan. Suas numerosas observações microscópicas e descrições que delas constituem um positivo valor científico, pese a seu profundo espírito mercantil. Leeuwenhoek biólogo, nasceu na Holanda em 1632. A princípio, construiu microscópios por distração. Cheou a construir mais de 400 deles. O mais potente aumentava os objetos 275 vezes. Conseguiu descobrir os animais unicelulares. Também foi o primeiro em ver as células vermelhas nos seres humanos e animais.

Em 1827, Karl Ernst von Baer (1792-1876) descobriu o óvulo dos mamíferos. Em 1831, Roberto Brown (1773-1858) observou pela primeira vez o núcleo celular das orquídeas. Em 1835, James Paget (1814- 1899) e Richard Owen (1804-1892) descrevem a traquina de um verme nematóide parasitário que estava enquistado no tecido muscular, de preferência na carne de porco. No mesmo ano, 1835, Agostino Bassi fala sobre "Os descobrimentos dos agentes patogênicos", e reconheceu em um fungo a causa da enfermidade dos bichos de seda. Em 1836, Charles Caignard da Tour (1777-1859) descobriu a importância do fungo na levedura em fermentação. E a cabeça de todos eles, em sítio cimerio da ciência biológica, figuram Mathías Jacob Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), que formularam e preconizaram a famosa doutrina sobre a "Teoria Celular". Isto ocorreu nos anos de 1838 e 1839.

A Bausch & Lomb, primeira empresa óptica americana, foi fundada em 1850 por dois amigos, J.J. Bausch e H. Lomb. Em 1853, quando John Jacob Bausch, um imigrante alemão, abriu uma pequena óptica em Rochester, Nova York, necessitou mais dinheiro para manter o crescimento do negócio e pediu emprestados 60 dólares para o seu amigo Henry Lomb, a quem prometeu torna-lo sócio se o negócio desse certo, e como deu. Em 1920, a Força Aérea dos Estados Unidos fez uma encomenda: - Produzir uma proteção ocular para os seus pilotos de caça, que enfrentavam sérios problemas de visibilidade. Depois de dez anos de pesquisa, apresentaram óculos com lentes verdes, que refletiam os raios solares. Somente em 1936 a novidade foi batizada de Ray-Ban e começou a ser vendida ao grande público.

Depois de diversas inovações durante mais de um século Bausch & Lomb apresentou em 1971 as primeiras lentes de contato brandas e, hoje em dia, segue sendo o maior fornecedor de produtos para o cuidado dos olhos. A companhia conta com uma equipe à nível mundial, de cerca de 12.000 pessoas, as quais trabalham nos escritórios e centros produtivos que Bausch & Lomb tem em 35 países. Os produtos desenvolvidos pela empresa estão presentes em mais de 100 países em todo o mundo e são líderes de mercado em praticamente todos seus segmentos de atividade. Atualmente, Bausch & Lomb articula sua oferta em torno de três linhas de produtos: - "os produtos para o cuidado dos olhos, os produtos cirúrgicos e os produtos farmacêuticos".

Melhorias do século XVIII

O século XVIII foi uma época de melhorias nas lentes e microscópios: maior estabilidade, precisão de foco e facilidades de uso. Os instrumentos até passaram a ser anunciados em diversas publicações pelo mundo inteiro, e vários microscopistas lançavam seus modelos. Por volta do ano de 1742, os microscópios que projetavam imagens fizeram grande sucesso. Uma das diversões da época era visitar os espetáculos de projeção microscópica.

Esquema retratando a forma de utilização do microscópio de projeção solar e um espetáculo de projeção microscópica

Modelo de microscópio italiano de 1700

Microscópio solar de projeção, modelo italiano de 1760

Microscópios no século XIX

No século XIX, os fabricantes de microscópios desenvolveram novas técnicas para fabricação de lentes. Passaram, também, a utilizar espelhos curvos para melhorar a capacidade de foco desses instrumentos. Em 1840, os Estados Unidos passaram a fabricar microscópios, uma atividade até então restrita basicamente à Inglaterra. Finalmente, por volta de 1880, os chamados microscópios ópticos atingiram a resolução de 0,2 micrômetros, limite que permanece até os dias de hoje.

Microscópio com espelhos e conjunto de acessórios. Modelo construído pelo italiano Giovan Battista em 1813

O Microscópio na atualidade

Atualmente, os microscópios e as técnicas de observação estão bastante avançados. Os modelos ópticos confocais possibilitam regulações extremamente precisas no foco e na capacidade de ampliação. Novos microscópios eletrônicos estão levando a observação a um limite que os cientistas do século XVI jamais imaginariam: o nível atômico. No século XX, o microscópio conquistou seu espaço em campos tão diversos quanto a medicina e a engenharia.

Os microscópios eletrônicos permitem um fator de aumento da ordem de centenas de milhares de vezes.

O microscópio eletrônico foi inventado no início dos anos 30, pelo alemão Ernest Ruska. Esses instrumentos utilizam feixes de elétrons e lentes eletromagnéticas, no lugar da luz e das lentes de vidro, permitindo ampliações de até um milhão de vezes. Há 3 tipos básicos de microscópio eletrônico: transmissão (para observação de cortes ultrafinos), varredura (para observação de superfícies) e tunelamento (para visualização de átomos).

Microscópio eletrônico de varredura

Fonte: www.invivo.fiocruz.br

Fonte: www.sdr.com.br

Anexo V

Imagens utilizadas em discussão em aula sobre Aquecimento Global.



"O aquecimento global não é nenhum assunto novo para a humanidade. Muitas pessoas já sabem que os gases poluentes (CO₂ e CH₄) causam alterações climáticas que afetam e comprometem o equilíbrio do planeta. De Norte ao Sul, o mundo está mudando de aspecto: as geleiras derretendo, as secas e tempestades cada vez mais frequentes e intensas e, além disso, a biodiversidade está na maioria das regiões do globo sofrendo profundas alterações no seu equilíbrio.

Com as alterações climáticas causadas pelo efeito estufa, percebe-se no mundo uma série de transformações em seu meio que acabam por afetar a qualidade de vida dos seres vivos. Muitas dessas alterações como furacões, tempestades, ondas de calor, secas, passam a ser noticiadas com maior frequência nos veículos de comunicação, o que faz com que as pessoas reflitam sobre o que está acontecendo atualmente no mundo e o que elas podem fazer para amenizar estes problemas. Então, percebe-se nos últimos anos, a formação de inúmeras ONGs ligadas a questões ambientais, além de propostas governamentais e a busca de fontes alternativas e menos poluentes de energia."

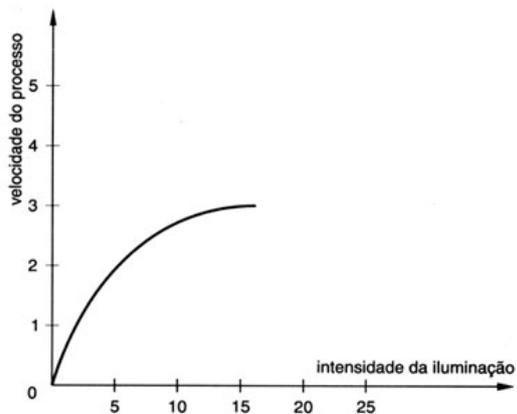
1. Sabemos que o CO₂ constitui matéria prima para a realização da fotossíntese nas plantas. Podemos dizer que quanto mais CO₂ no meio, maior será a taxa fotossintética realizada pelas plantas?
2. O que significa *ponto de saturação de gás carbônico*?

Um grupo de pesquisadores desenvolveu um projeto antipolvente baseado no fato de que o gás carbônico produzido pelos motores que usam combustível fóssil pode ser absorvido pelas plantas através da fotossíntese. Até que ponto você acredita que esse projeto tem eficácia na "limpeza" do ar?

Anexo VI

Atividade utilizada em aula

Observe o gráfico e responda às questões a seguir:



1. Explique o que você entende por esse gráfico? Quais variáveis ele expressa?
2. De acordo com o gráfico, você pode afirmar que quanto maior a intensidade luminosa, maior será a taxa produção fotossintética do vegetal?
3. Em que período da vida do vegetal a taxa fotossintética é maior que a taxa respiratória? Por que?
4. O que você compreende por ponto de compensação fótico?
5. É correto dizermos que as florestas são o pulmão do planeta? Por que?

Anexo VII

Questionário contextualizado

1. Leia o texto abaixo e responda às questões seguintes:

ÁLCOOL: O MUNDO DE OLHO EM NOSSA TECNOLOGIA



- Ah, fico meio encabulado em ter de comer com a mão diante de tanta gente!
(Folha de São Paulo 25/03/2007)

Álcool, crescimento e pobreza

O lavrador de Ribeirão Preto recebe em média R\$ 2,50 por tonelada de cana cortada. Nos anos 80, esse trabalhador cortava cinco toneladas de cana por dia. A mecanização da colheita o obrigou a ser mais produtivo. O corta-cana derruba agora oito toneladas de cana por dia.

O trabalhador deve cortar a cana rente ao chão, encurvado. Usa roupas mal-ajambradas, quentes, que lhe cobrem o corpo, para que não seja lanhado pelas folhas da planta. O excesso de trabalho causa a birola: tontura, desmaio, câibra, convulsão. A fim de agüentar dores e cansaço, esse trabalhador toma drogas e soluções de glicose, quando não farinha mesmo. Tem aumentado o número de mortes por exaustão nos canaviais.

O setor da cana produz hoje uns 3,5% do PIB. Exposta US\$ 8 bilhões. Gera toda a energia elétrica que consome e ainda vende excedentes. A indústria de São Paulo contrata cientistas e engenheiros para desenvolver máquinas e equipamentos mais eficientes para as usinas de álcool. As pesquisas, privada e pública, na área agrícola (cana, laranja, eucalipto, etc.) desenvolvem a bioquímica e a genética do país.

(Folha de São Paulo 11/3/2007)

Confrontando-se as informações do texto com a charge acima, podemos concluir que eles abordam duas realidades distintas, embora, relacionadas entre si. Que realidades são essas? Explique:

1. Segundo o texto, a mecanização da colheita de cana-de-açúcar obrigou a corta-cana a ser mais produtivo. Quanto ganha um lavrador de Ribeirão Preto após 30 dias de trabalho?
2. O valor energético dos alimentos é expresso em quilocalorias (Kcal). O nosso corpo utiliza essa caloria em diferentes atividades realizadas durante o dia, como mostra a tabela.

Tabela: calorias despendidas por uma pessoa de 64 kg em atividades diárias (valores estimados).

Atividade	Nº de horas	X	Peso corporal	X	Kcal/Kg	=	Kcal(total)
DORMINDO	8		64		1,0		512,0
SENTADO	3		64		1,4		268,8
ESCREVENDO	5		64		1,6		512,0
EM PÉ	2		64		1,8		230,4
ANDANDO	3		64		3,0		576,0
EXERCITANDO-SE	3		64		5,0		960,0
Total =							3.059,2

- a) Sabendo que os trabalhadores da colheita de cana trabalham exercitando-se continuamente, quantas calorias ele deve gastar em 8 horas de trabalho diário?

Qual a relação desse gasto energético com a ingestão de solução de glicose por esses trabalhadores durante suas atividades?

- b) Além da *birola*, a que outros problemas de saúde estão expostos esses trabalhadores?
- c) Sabendo-se que essa situação de “trabalho escravo” em que vivem muitos brasileiros, mesmo nos nossos dias tem causas econômicas, sociais e históricas, você acredita que existe solução para essa realidade? De que maneira esses problemas poderiam ser amenizados?

Anexo VIII

Texto utilizado para debate em sala de aula.

Sucesso do etanol do Brasil revela 'segredo sujo', diz 'LATimes'.

A ascensão da economia brasileira, impulsionada pelo combustível obtido a partir da cana-de-açúcar, traz à tona "o segredo sujo do etanol": as condições primitivas de trabalho às quais são submetidos os catadores da cana, afirma uma reportagem publicada nesta segunda-feira pelo jornal americano Los Angeles Times.

O jornal afirma que o Brasil, "a Arábia Saudita dos biocombustíveis", tem mais de 300 mil trabalhadores temporários na indústria da cana vivendo sob condições que variam de "deploráveis à completa servidão".

Fontes do Ministério Público, ouvidas pelo LA Times afirmam que "pelo menos 18 cortadores de cana morreram nos últimos anos, vítimas de desidratação, ataques cardíacos ou outros fatores ligados à exaustão em regiões onde a floresta passou a dar lugar à agricultura".

"Isto não inclui um número desconhecido de outros que morreram em acidentes, por excesso de trabalho. Até prisioneiros têm melhores condições de vida", disse o promotor Luis Henrique Rafael ao diário americano.

Cachaça

"A única forma de lazer deles é a cachaça", acrescentou ele. O jornal cita o relatório divulgado no mês passado pela Anistia Internacional em que a organização denunciou que mais de mil catadores de cana foram resgatados em junho de 2007 após serem submetidos a trabalho escravo por um grande produtor de etanol, Pagrisa, no Pará.

"Apesar de os casos de escravidão ganharem mais destaque, há casos de abusos diários, como baixos salários, longas horas de trabalho, baixos padrões de segurança, ausência de serviços sanitários e de saúde, além de exposição a pesticidas e outros produtos químicos". O *Los Angeles Times* afirma que as crescentes críticas internacionais provocaram a reação do presidente Luiz Inácio Lula da Silva, que afirmou que o governo e produtores querem melhorar as condições de trabalho na indústria da cana.

O jornal destaca uma parte do discurso do presidente durante a conferência da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentos (FAO), em Roma, em que ele diz que "o trabalho nas lavouras de cana não é mais difícil do que nas minas, que foram a base para o desenvolvimento da Europa". "Peguem uma faca para cortar cana e depois vão a uma mina a 90 metros de profundidade para explodir dinamite. Vocês verão o que é melhor", disse Lula na conferência.

Trabalhadores de cana entrevistados pela reportagem reclamaram do regime do trabalho, dizendo trabalhar 12 horas por dia, às vezes sete dias por semana sob um sol escaldante. "Como migrantes de outros Estados, eles sucumbem às suas reivindicações diante da falta de oportunidades de emprego", afirma o jornal.

Folha de São Paulo: 16/04/2008

Questões orientadoras do debate:

1. O que significa o segredo sujo do etanol?
2. Por que o jornal afirma que o Brasil é a Arábia Saudita dos combustíveis?
3. O que são biocombustíveis?
4. O que vocês acham da reação do presidente Lula?
5. Você conhece algum cortador de cana?
6. Você acha que essa situação é verdadeira? Você percebe isso?

7. Que outros problemas você vê na economia do álcool?
8. Por que os trabalhadores aceitam essa condição?
9. Onde entra a educação nesse debate?

Anexo IX

Atividade contextualizada com a cultura da cana-de-açúcar.

1. Responda as seguintes questões a partir do texto e da tabela:

- As pressões ambientais pela redução da emissão de gás estufa somados ao anseio pela diminuição da dependência do petróleo, fizeram os olhos do mundo se voltarem para os combustíveis renováveis, principalmente para o etanol. Líderes na produção e no consumo de etanol, o Brasil e os EUA produziram juntos cerca de 35 milhões de litros do produto em 2006. Os Estados Unidos utilizam o milho para a produção de álcool, ao passo que o Brasil utiliza a cana de açúcar. Observe o quadro abaixo:

	Cana	Milho
Produção de etanol	8000 L/ha	3000 L/ha
Gasto de energia fóssil para produzir 1L de álcool	1600 kcal	6000 kcal
Balanco energético	Positivo: gasta-se 1 caloria de combustível para produzir 3,24 calorias de etanol	Negativo: gasta-se 1 caloria de combustível para produzir 0,77 calorias de etanol
Custo de produção/litro	US\$ 0,28	US\$ 0,45
Preço de venda/litro	US\$ 0,42	US\$ 0,92

(ENEM 2007 com adaptações)

De acordo com as informações do quadro, qual das matérias-primas é mais eficiente na produção de etanol?

2. A queima da cana aumenta a concentração de dióxido de carbono e de material particulado na atmosfera, causa alteração no clima e contribui para o aumento de doenças respiratórias. A tabela abaixo apresenta números relativos a pacientes internados em um hospital no período de queima da cana.

Pacientes	Problemas respiratórios causados pelas queimadas de cana	Problemas respiratórios resultantes de outras caudas	Outras doenças	total
Idosos	50	150	60	260
Crianças	150	210	90	450

(ENEM 2007 com adaptações)

Podemos observar pela tabela, que 1/3 das crianças que procuram atendimento no período de colheita da cana, estão acometidas de problemas respiratórios. Como esse problema poderia ser amenizado?

3. De acordo com seus conhecimentos e observando a tabela e o quadro acima, explique quais as vantagens e as desvantagens existentes na substituição da gasolina pelo álcool como combustível?

Anexo X

Questionário para avaliação

Nome: _____ nº _____

Avaliação da aprendizagem de Biologia

1. Observe a seguinte montagem:



As duas plantas colocadas nos frascos são carnívoras. Uma delas está em um recipiente transparente e outra em um recipiente enegrecido. Qual delas você acredita que está privada de alimento? Por quê?

2. Há pouco mais de 70 milhões de anos, a maioria das espécies de plantas e animais, herbívoros e predadores, que viviam em nosso planeta desapareceu para sempre. Foi nessa época que os gigantescos dinossauros foram extintos. Existem muitas explicações para essa grande catástrofe. Uma delas diz que o bloqueio da luz solar teria sido o fator responsável. Por que a falta de energia do Sol poderia ter causado a extinção de animais predadores e carnívoros como muitos dinossauros?

3. Podemos dizer que os automóveis movidos a álcool também dependem da luz do sol. Essa afirmação é verdadeira? Por quê?

4. De que maneira a sua nutrição está relacionada ao movimento de suas mãos ou de seus pés?

5. No processo de fabricação do pão, um ingrediente indispensável é o fermento, constituído por organismos anaeróbicos facultativos.

a) Qual a diferença entre o metabolismo energético das células que ficam na superfície da massa e o das células que ficam no seu interior?

b) Por que o fermento faz o pão crescer?

6. Trabalhar no corte de cana é uma atividade vigorosa e prolongada que requer grande quantidade de energia. Além da quebra da substância orgânica na presença de oxigênio, que outro processo pode ser utilizado pelos músculos para obter energia? Qual o produto desse processo que ao acumular-se no músculo, traz a fadiga?

7. Qual é o processo esquematizado abaixo e qual sua importância para a indústria humana?



8. Com relação à cultura de cana-de-açúcar para a produção de açúcar e álcool, relacione os processos onde há fabricação de energia e onde há liberação de energia.

9. Se você comparar a quantidade de alimento necessária para engordar um boi numa fazenda plana e em outra montanhosa, onde a engorda será mais rápida? Por quê?

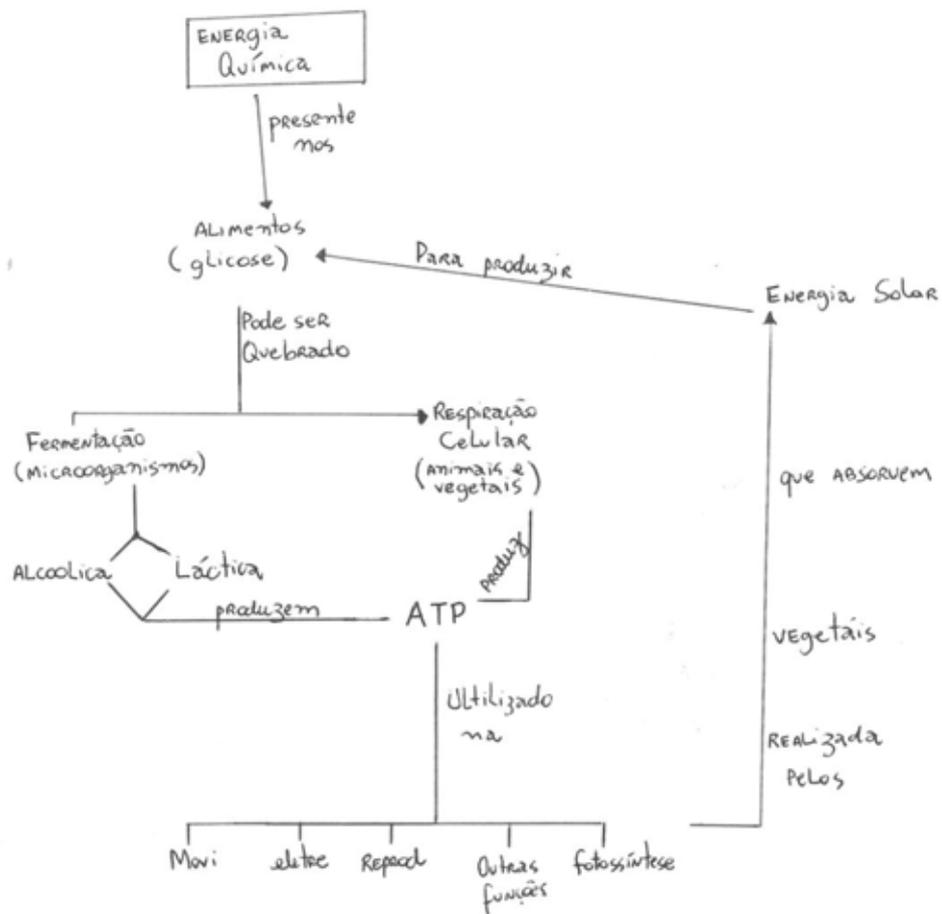
“A coisa mais indispensável a um homem é reconhecer o uso que deve fazer do seu próprio conhecimento”. [Platão]

Anexo XI

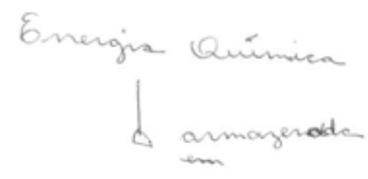
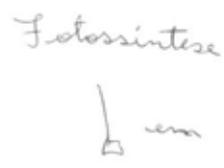
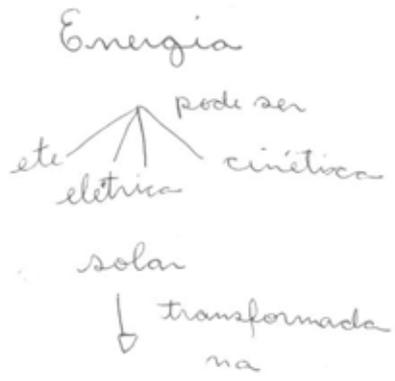
Mapas conceituais construídos pelos alunos sobre o tema Energia.

Grupo 1.

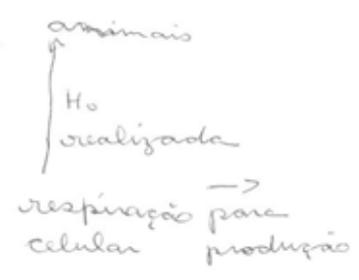
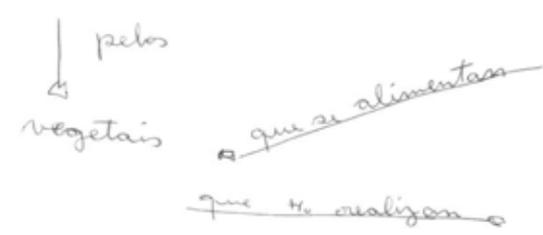
MAPA CONCEITUAL : Energia



Grupo 2.

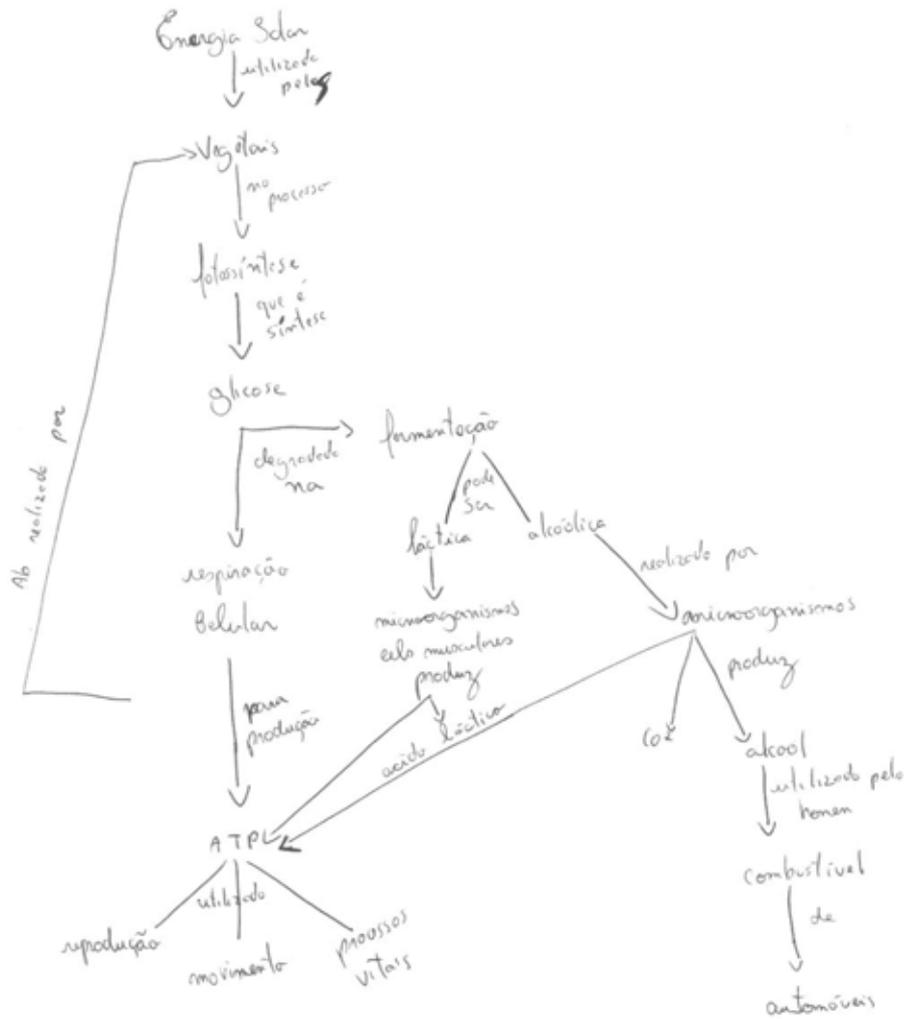


Carboidratos
(glicose)



ATP utilizado
CO₂ metabolismo
H₂O

Grupo 3.



Anexo XII

Algumas outras atividades propostas aos alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola pública.

Atividade Prática (Fermentação)

Nome: _____ n.º: _____
 Nome: _____ n.º: _____

1. Sobre o experimento realizado, responda:

a) A que se deve a alteração do volume da bexiga na boca da garrafa?

b) A que tipo de fermentação nosso experimento se refere? Como você pode concluir isso?

c) Como você montaria um controle para esse experimento? Justifique

2. Observe o quadrinho abaixo:

Quadrinho: "Niquel Náusea", de Fernando Gonsales.



a) Por que a barata do quadrinho acima disse preferir frutas fermentadas?

Microscopia: os cloroplastos

1. Desenhe o que você observa e identifique as estruturas observadas:

A olho nu

Aumento: 10 X 4

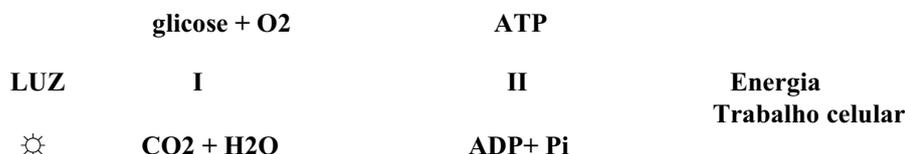
Aumento: 10 X 10

Aumento: 10X40

2. Em que estrutura vegetal a fotossíntese é mais intensamente realizada? Por quê?

Perguntas para a fixação de conteúdos referentes ao metabolismo energético:

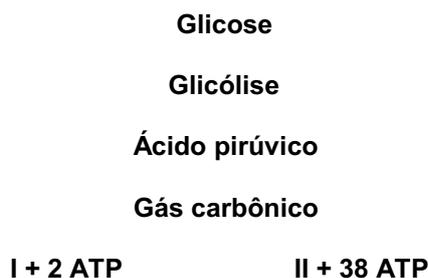
1. Analise o esquema simplificado abaixo e responda:



As fases I e II resumem respectivamente:

- a) fotossíntese e fermentação;
- b) respiração e fermentação
- c) fermentação e respiração;
- d) fotossíntese e respiração;
- e) fermentação e fotossíntese;

2. No esquema abaixo, os algarismos I e II indicam respectivamente:



3. No processo de fabricação do pão, um ingrediente indispensável é o fermento, constituído por organismos anaeróbicos facultativos.

- a) Qual a diferença entre o metabolismo energético das células que ficam na superfície da massa e o das células que ficam no seu interior?
- b) Por que o fermento faz o pão crescer?

4) Células de levedura podem sobreviver tanto aeróbica como anaerobicamente. Qual dessas formas é mais vantajosa para as células? Por quê?

6. Qual é o processo esquematizado abaixo e qual sua importância para a indústria humana?



Texto trabalhado com os alunos para interpretação

Dadá e as plantas carnívoras

- Mãe! Olha só! Eles estão vendendo plantas carnívoras! Compre uma para mim? - perguntou Dadá com os olhos arregalados.

Dona Júlia olha desesperadamente para o seu Antônio, que só ri. Fazer compras com Dadá é sempre assim, qualquer coisinha diferente ele pede. É curioooooo!

- Está bem, Dadá, mas você que cuida - respondeu a mãe, já sabendo que ia sobrar para ela.

- Oba! O Guto vai me ajudar a cuidar! - diz Dadá enquanto pega um vasinho minúsculo. A viagem para casa foi cheia de perguntas: O que será que ela come? Se ela crescer bastante a gente pode usá-la como cão de guarda? E se ela sair do controle? É melhor ela ficar no quarto do Guto que é maior. Já sei: vamos treiná-la, assim ela só come quem a gente quiser! Que nome eu vou dar para ela?



A primeira coisa que o Dadá fez ao chegar da feirinha foi chamar o irmão mais velho, que ainda dormia.

- "Guuuuuu! Olha só o que a mãe comprou! Você que vai cuidar!"

Guto se levanta, ainda com a cara amassada, e vai para a sala. "O que está acontecendo?", pergunta ele, colocando seus óculos.

- Uma planta carnívora! Vou chamá-la de Tânia. Olha só os dentinhos dela! Mal posso esperar para levá-la para a escola! São perigosas? - pergunta Dadá, nas pontas dos

pés, mostrando o vasinho para o seu irmão.

- Ah... Uma dionéia! Que bonita! Eu vi dessa lá na faculdade! Sabia que as dionéias são plantas nativas do México e dos Estados Unidos?

Guto tem 19 anos. Ele estuda Biologia. Ainda está no primeiro ano, mas já sabe um monte de coisas sobre a vida, o universo e tudo mais. Dadá tem apenas seis anos de idade. Os dois são filhos da Dona Júlia e do seu Antônio que se divertem muito com eles.

- Mas elas são perigosas? - insiste Dadá.

Guto começa a dar risada e responde: "Não, elas só são perigosas se você tiver o tamanho de uma mosca".

- Mas agora elas são filhotes, quando elas crescerem elas vão até te pegar! Daí o papai vai ter que pegar você no estômago dela!

- Mas estas plantas já estão crescidas, quer dizer, elas não vão crescer muito mais do que isso. Aliás, as plantas carnívoras não têm estômago. Isto que parece uma boca é, na verdade, uma folha meio diferente.

- Mas, Guto, se ela não tem estômago, como é que ela come?

- Na verdade, Dadá, ela come como qualquer planta: ela usa a energia do sol, o gás carbônico do ar e a água da terra para fazer o seu próprio alimento.

- Então me enganaram? Elas não vão pegar nenhum inseto? - indignou-se Dadá.

- Não é bem assim, estas plantas pegam insetos sim. É até mais correto chamá-las de plantas insetívoras, já que são poucas as espécies que se alimentam de outros pequenos animais. Algumas pegam lesmas, aranhas. Outras, mais raras, pegam até pequenos sapos. No caso dessa planta que você comprou, quando um animalzinho toca nessas folhas que têm dentinhos, elas se fecham e prendem a mosca - respondeu pacientemente o irmão.

- Mas que mosca boba! Porque ela vai pousar na folha, se ela vai ser comida? É como se um pernilongo voasse até as suas mãos quando você batesse palmas! - comentou a mãe.
- Bem, as plantas carnívoras têm vários jeitos de atrair moscas até as suas folhas. Elas podem ter alguma cor atraente, alguma forma interessante, um cheiro gostoso. Dadá imediatamente bota o nariz na planta carnívora e cheira as suas folhas: "Mentira! Essa não tem cheiro de nada!"
- Para você, mas para as moscas é um aroma irresistível. Ah! Lembrei de uma coisa, eu tenho um livro interessante que tem fotos de outras plantas carnívoras que existem. Guto se levanta apressado, corre para o seu quarto e volta com um livro cheio de fotos: -"Olha aqui. Essa é a drósera, também conhecida como papa-moscas. Ela tem pêlos que grudam nas suas presas e é nativa do Brasil. Esta aqui, a sarracênia, encontrada em áreas montanhosas dos Estados Unidos. Elas têm um copo onde os animaizinhos caem e não conseguem mais escapar."
- Uma coisa não ficou clara, Guto - interrompe o pai - Você disse que as plantas carnívoras fazem o seu próprio alimento, como as plantas da mamãe, certo? Então, porque elas capturam animaizinhos?
- É o seguinte: as plantas fazem o seu próprio alimento, mas precisam tirar a matéria-prima do seu ambiente. O gás carbônico ela tiram do ar, por isso nunca falta, mas ela precisa de alguns nutrientes presentes no solo. Para fazer proteínas, por exemplo, as plantas precisam de nitrogênio, mas, se o solo não tiver quantidades suficientes desse nutriente, elas não vão crescer e podem até morrer - explica Guto.
- É como quando o seu pai teve que colocar fertilizantes nas nossas plantas para elas ficarem mais fortes? - lembrou a mãe.
- É, alguns fertilizantes fornecem nitrogênio para as plantas. Só que na natureza não tem quem coloque fertilizante nas terras, então algumas plantas inventaram de pegar os nutrientes que elas precisam capturando animaizinhos. Muitas plantas carnívoras vivem em terrenos pobres em nutrientes, mas sobrevivem por causa dos animais que elas pegam - completou Guto.
- Mas nesses ambientes também existem outras plantas. Todas são carnívoras? - perguntou o pai.
- Bem, aí já é outra história. Essas plantas têm outras formas de arranjar os nutrientes que faltam para elas - respondeu Guto.
- Guto, como que a planta pega os nutrientes da mosca que ela prendeu se ela não tem estômago? - perguntou Dadá.
- Essa folha cheia de dentinhos joga substâncias na mosca, parecidas com as que o nosso estômago joga nos alimentos, que digerem a coitada. Daí, as mesmas folhas começam a pegar os nutrientes.
- Então essa planta não vai ficar do meu tamanho? - perguntou Dadá sério.
- Não.
- Não vai servir para espantar os ladrões?
- Não.
- Não vamos poder dar o cachorrinho da vovó para ela comer?
- Não.
- Nem vou poder assustar os meus amigos?
- Não.
- Mãe, podemos trocar a Tânia por uma onça?

Fonte: Ciência Hoje das Crianças

Carlos Takeshi Hotta,
Instituto de Biociências,
Universidade de São Paulo