



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**ELABORAÇÃO COLETIVA DE ATIVIDADES DE ENSINO NA ÁREA
DE CIÊNCIAS NATURAIS: PARCERIA ENTRE A UNIVERSIDADE E A
ESCOLA BÁSICA**

Prof. Dr. Adriano Monteiro de Castro
Prof^a. Dra. Magda Medhat Pechliye
Prof^a. Dra. Rosana dos Santos Jordão

São Paulo

Agosto de 2012

**ELABORAÇÃO COLETIVA DE ATIVIDADES DE ENSINO NA ÁREA DE
CIÊNCIAS NATURAIS: PARCERIA ENTRE A UNIVERSIDADE E A ESCOLA
BÁSICA**

RELATÓRIO SÍNTESE DO PROJETO
DE PESQUISA

São Paulo

Agosto de 2012

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	5
OBJETIVOS.....	6
METODOLOGIA.....	6
A TRAJETÓRIA TEÓRICA DO GRUPO.....	6
GASPAR, A.....	9
FERRAZ, D. F. E TERRAZZAN, E.A.....	9
BORGES, A. T.....	11
POZO, J. I. E CRESPO, M. A. G.	12
CHAVES, A. J. F.....	14
MORTIMER, E.F.	16
COUTINHO, F. A., MORTIMER, E. F. E EL-HANI, C.....	18
AMARAL, E. M. R. E MORTIMER, E. F.....	20
SOUZA, S. C. E ALMEIDA, M. J. P. M.....	21
BACHELARD, G.....	21
CHI, M.T.H.....	23
MORTIMER, E. F., SCOTT, P. E EL-HANI, C. N.....	24
SEPÚLVEDA, C., MORTIMER, E. F. E EL-HANI, C. N.....	26
A TRAJETÓRIA PRÁTICA DO GRUPO.....	27
PRIMEIRA VISITA DOS ALUNOS DO MACKENZIE À ETEC.....	27
1ª AVALIAÇÃO COLETIVA DO TRABALHO APÓS SEIS MESES.....	29
SELEÇÃO DO TEMA DE ENSINO.....	31
CONSTRUÇÃO COLETIVA DO HISTÓRICO SOBRE FOTOSSÍNTESE.....	34
CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE FOTOSSÍNTESE.....	43
CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO PARA A COLETA DE DADOS...45	
ELABORAÇÃO DAS ATIVIDADES A PARTIR DAS RESPOSTAS DO INSTRUMENTO.....	56
DESCRIÇÃO DAS AÇÕES NA ESCOLA.....	64

AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES NA ESCOLA.....	79
TRABALHOS DERIVADOS (TCC E PIBIC).....	85
PRÓXIMOS PASSOS.....	96

INTRODUÇÃO

Atualmente, enfrentamos muitas dificuldades no que se refere a oferecer um ensino de Ciências e de Biologia de qualidade. É comum encontrarmos escolas que privilegiam a descrição e a memorização de conteúdos apresentados de modo descontextualizado, sendo, portanto, pouco significativos para os alunos.

Várias razões estão associadas a esta realidade. Dentre as mais marcantes podemos mencionar as concepções de Ciência apresentadas pelos professores. Muitos veem a Ciência como uma instituição socialmente neutra, construída individualmente, de forma linear e acumulativa, por pesquisadores considerados geniais (HEWSON E HEWSON, 1987; PORLÁN et al., 1997 e 1998; CARVALHO e GIL-PEREZ, 1993). Nessa condição, os conhecimentos científicos são pouco acessíveis à maioria da população e carregam o status de verdades inquestionáveis (CACHAPUZ et al., 2005). Também predominam, entre os docentes, ideias empírico-indutivistas segundo as quais os conhecimentos científicos são “descobertos” a partir de observações neutras e atóricas, isto é, desprovidas de apriorismos. O método científico é seguido de forma rígida e objetiva. Assume-se a existência de passos programados, rigorosos e infalíveis que, se devidamente seguidos, conduzem à verdade.

A partir de concepções de Ciência como as acima descritas, os professores tendem a transmitir os conhecimentos científicos como verdades prontas e desarticuladas dos problemas e das dúvidas que lhes deram origem. Então, para os alunos, parece que o conhecimento surge de forma arbitrária.

Mesmo que a discussão desses temas (concepção de ciência e concepção de ensino aprendizagem) seja feita na teoria, a prática disso é complexa e difícil. Na realidade os cursos de formação de professores, de modo geral, priorizam a teoria e não mostram para os futuros professores possibilidades de ação na prática.

Frente a essa realidade faz-se necessário engendrar espaços formativos que permitam o exercício crítico sobre as concepções de Ciência e suas influências nas atividades de ensino. Para tanto, o investimento na formação

inicial e continuada de professores sob uma perspectiva reflexiva e investigativa é essencial.

Foi nesse contexto que propusemos nossa pesquisa. Seu foco era, a partir das demandas da escola básica, desenvolver, implementar e avaliar coletivamente atividades de ensino de Ciências e de Biologia. Essas demandas se relacionariam ao ensino de conceitos científicos que os professores julgassem relevantes, porém difíceis de serem trabalhados numa perspectiva construtivista. Nesse sentido, visávamos avançar na direção de uma educação científica que superasse a exclusiva memorização e a reprodução do conhecimento. Tínhamos como perspectiva, também, que a elaboração coletiva de atividades de ensino pudesse ampliar as possibilidades de colaboração e cooperação entre Universidade e Escola Básica e se configurasse como importante oportunidade de formação inicial e continuada para o ensino das disciplinas mencionadas.

A fim de apresentarmos nosso percurso de trabalho, organizamos o presente relatório em blocos cronológicos. Consideramos que a descrição cronológica permite acompanhar o amadurecimento do grupo, os imprevistos e problemas surgidos ao longo do processo, bem como as soluções encontradas.

No primeiro bloco, listamos nossos objetivos iniciais. Em seguida, a metodologia, a trajetória teórica e prática do nosso grupo além das perspectivas de continuidade.

OBJETIVOS

Conforme já mencionamos, esta pesquisa tinha como metas iniciais:

1. Formar um grupo colaborativo e cooperativo entre professores universitários, alunos de graduação e docentes da escola básica;
2. Criar um espaço de formação que permita a reflexão de todos os envolvidos sobre suas concepções de Ciência e reflexos das mesmas nas atividades de ensino de ciências e de biologia;
3. Elaborar, implementar e avaliar coletivamente atividades de ensino de ciências e de biologia, visando sua melhoria.
4. Reunir essas atividades em uma publicação que pudesse subsidiar o trabalho de professores dessas disciplinas.

METODOLOGIA

Conforme apresentamos no projeto, nosso primeiro passo foi a constituição do grupo. Já havíamos acordada a participação de professoras de duas escolas básicas: Sandra lara de Azevedo Gabriel da EMEF Presidente Campos Salles e Mariana Lorenzini Peão, da Escola Técnica Estadual Parque da Juventude (ETEC). Com base nos critérios de seleção, também descritos no projeto, conseguimos a adesão de sete alunos. O grupo teve algumas alterações ao longo da pesquisa, com três desistências e inclusão de quatro novos integrantes.

Nossas reuniões aconteciam semanalmente, todas as quintas-feiras, das 9h30 às 11h30. Fizemos por volta de 40 reuniões, incluindo algumas que ocorreram aos sábados, quando contávamos com a presença das professoras da escola. Em cada reunião, um integrante do grupo se responsabilizava pela elaboração de uma ata, com registros detalhados das discussões feitas. As atas eram disponibilizadas por e-mail a todos os membros do grupo. Esse recurso foi particularmente importante para as professoras da escola básica, já que elas não conseguiam estar presentes nas reuniões semanais. Assim, participavam à distância, por meio de comunicação virtual.

As atividades na escola ETEC Parque da Juventude ocorreram no mês de outubro, com quatro turmas de 1º ano do Ensino Médio. O detalhamento desse trabalho será feito mais adiante. É importante destacar que não foram efetuadas atividades na EMEF Presidente Campos Salles, tendo em vista que a professora Sandra lara de Azevedo Gabriel, alegando dificuldades pessoais, desistiu da pesquisa em meados de 2011.

A TRAJETÓRIA TEÓRICA DO GRUPO

Fizemos leituras variadas, buscando o aprofundamento dos nossos referenciais teóricos. A decisão sobre o que estudaríamos era coletiva. O trecho a seguir, retirado da ata do dia 09/09/2010, exemplifica esse processo.

Passamos a discutir sobre a escolha do próximo texto de estudo. Cada um relatou como foi fazer a busca de artigos acadêmicos e que dificuldades tiveram nessa busca.

Como foi a busca:

Taciana: Fez a busca no scielo. “Achei complicado. Pus metodologia do ensino de ciências. Daí vieram vários. Fui comparando as revistas com a tabela qualis A. Vi 4 artigos. Escolhi um que fala de analogias na sala de aula em aulas de Biologia. Eles acompanharam professores e estudaram as analogias usadas durante as aulas”.

Juliana: “Tive dificuldades em escolher as palavras para a busca. Uma dificuldade foi que achei muita coisa de física. Fiquei me perguntando se dava para adaptar. Os exemplos eram de física. Como encaixar para nós? Fiquei insegura para escolher. Para mim pode ser interessante e para o resto do grupo não. Não consegui escolher um. O 1º foi sobre a necessidade de aplicação correta de termos e conceitos pelo professor e de constantes pesquisas na área de ensino e aprendizagem. Um outro fala de uma versão sustentável do construtivismo. Ele é mais voltado para a prática. O 3º fala sobre formação continuada e regular dos professores”.

Thiago: “Peguei um também de física. Fiz uma busca pensando em atividade mais prática. Peguei um texto que fala sobre novos rumos para o laboratório escolar de ciências do Caderno Brasileiro do Ensino de Física. Ele discute o papel da atividade prática em geral e sua importância. Ele dá diferenças sobre formas de uso. É bem focado em física. Não sei até que ponto será relevante para nós. Um outro que eu trouxe, eu não sei se é o foco do grupo em si, fala sobre a educação da educação não formal. Dependendo da atividade que a gente venha a planejar, acho que pode ser interessante”.

Fica evidente pelos trechos acima a dinâmica de trabalho do grupo. Não havia um foco claro de leitura, o que é demonstrado pela dificuldade na seleção de palavras para a busca dos artigos. A demanda era o ensino e ciências e de biologia, mas essa temática era bastante abrangente, o que justifica a variedade de artigos encontrados e lidos.

Vale ressaltar que, ao longo de todo o projeto, foi priorizada a discussão coletiva de todas as ações que seriam tomadas pelo grupo, pois partimos do pressuposto de que todos os integrantes deveriam se sentir responsáveis pelo trabalho. Assim, revezávamos a tarefa de mediação da discussão dos textos. Adotamos esse procedimento para que os licenciandos pudessem experimentar a vivência da mediação, ação fundamental na prática docente.

A seguir apresentamos a lista das referências estudadas, na ordem em que foram lidas, com alguns comentários sobre cada uma delas:

GASPAR, A. *Experiências de ciências para o ensino fundamental*, 1ª Ed. São Paulo, SP: Editora Ática, 2010, p. 11 – 30.

Estudamos especificamente o primeiro capítulo, que aborda a experimentação no ensino de Ciências. O autor faz uma breve retrospectiva do uso de experimentos em sala de aula, desde os anos 50 aos dias atuais. Apresenta o método da redescoberta, segundo o qual a experimentação é a origem dos conhecimentos científicos, bem como as críticas a ele destinadas. Ainda que superficialmente, o autor aborda as atividades experimentais de inspiração piagetiana, reforçando a importância dos conceitos prévios no processo de aprendizagem. As experiências assumem, diante desse referencial, o papel de eliminar o bloqueio das pré-concepções alternativas para possibilitar a aquisição das concepções cientificamente corretas. Em seguida, faz uma síntese das ideias vigotskianas e as compara com as piagetianas, destacando o papel das interações sociais na aprendizagem. Finalmente, apresenta como os Parâmetros Curriculares Nacionais concebem as atividades experimentais.

Consideramos que este texto, embora bastante básico, foi interessante para dar ao grupo uma noção geral do papel das atividades experimentais na escola básica, principalmente para nossos licenciandos. A partir deste texto, os docentes resgataram e apresentaram ao grupo o modelo de perfil conceitual, que mobilizou as leituras seguintes.

FERRAZ, D. F. e TERRAZZAN, E. A. Uso espontâneo de analogias por professores de Biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? *Ciência e Educação* v. 9, n. 2, p. 213 – 227, 2003.

Neste artigo, os autores apresentam os resultados de uma investigação sobre o uso espontâneo de analogias em sala de aula e os comparam com o uso sistematizado, por meio do modelo TWA – Teaching with analogies, mostrando

limitações desse modelo. Tal modelo pressupõe seis passos: introdução do assunto-alvo, sugestão do análogo, identificação de características relevantes do alvo e do análogo, mapeamento de similaridades, indicações dos limites da analogia e estabelecimento de conclusões.

Para o grupo, foi interessante conhecer o modelo TWA, bem como a distinção apresentada entre metáfora e analogia, termos muitas vezes utilizados como sinônimos no senso comum. O artigo também esclareceu os conceitos de alvo e análogo e suscitou discussões sobre a relevância de se ter consciência da importância do planejamento do uso das analogias no ensino. Entretanto, alguns integrantes julgaram que as analogias exemplificadas no artigo não estavam muito claras, dificultando ao leitor a diferenciação entre os alvos e os análogos. Outros destacaram que, embora já estivessem familiarizados com as analogias, nunca haviam pensado em maneiras de estruturá-las, o que foi uma contribuição deste artigo.

A mediadora, durante a discussão do texto, pediu ao grupo que analisasse o título do trabalho. Após algumas reflexões, concluiu-se que a palavra analogia não precisava aparecer duas vezes no título. Foram sugeridos novos títulos: *“O uso de analogias em sala de aula por professores de Biologia”*; *“ O uso espontâneo e sistematizado de analogias por professores de Biologia”*; *“ A relação do uso espontâneo de analogias por professores de Biologia”*. Outra crítica feita ao artigo diz respeito ao resumo. Ele continha a palavra “metáfora”, que não foi explorada no trabalho. Além disso, não abordava os resultados e conclusões. Além disso, os autores citaram referências, algo pouco usual em resumos. Aspectos positivos do resumo, tais como a presença de uma frase introdutória, também foram destacados.

Após a análise do resumo, foram destacadas as qualidades do referencial teórico. A apresentação de um conjunto de autores que já estudaram o tema em questão foi considerada importante para situar o leitor e demonstra o cuidado dos autores com o levantamento bibliográfico. A discussão prosseguiu sobre os resultados. Foram feitas críticas ao fato dos resultados apresentados não terem sido retomados na análise e à generalidade das conclusões. Sobre a possível contribuição deste artigo para nosso projeto,

discutimos o uso de modelos didáticos para representar estruturas ou fenômenos biológicos.

A descrição do percurso do grupo nesta reunião exemplifica a maneira como os artigos eram discutidos em nosso grupo, evidenciando que as análises não contemplavam apenas os conteúdos, mas também a forma de apresentação dos artigos.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* v. 19, n. 3, p. 291 - 313, 2002.

Neste trabalho, os autores discutem a forma como o laboratório tem sido compreendido e utilizado por professores de ciências. Conceituam o laboratório tradicional como sendo aquele em que os alunos realizam atividades práticas, que envolvem observações e medidas prescritas por um roteiro previamente fornecido pelo professor. Apresentam as principais críticas feitas a esse tipo de laboratório, que incluem o pouco enfoque dado à compreensão efetiva dos conceitos trabalhados em detrimento da ênfase dada aos procedimentos. Diante desse panorama, discutem maneiras pelas quais o laboratório poderia ter um papel mais relevante para a aprendizagem de ciências.

Esse texto suscitou no grupo discussões sobre os objetivos do ensino de ciências expressos nos Parâmetros Curriculares Nacionais, bem como as diferentes visões que os professores podem ter do que seja Ciência. Foram levantadas as dificuldades que os professores encontram para efetivarem um trabalho prático nas escolas, incluindo a falta de apoio da equipe escolar e problemas intrínsecos à formação docente. O texto teve, segundo alguns integrantes do grupo, o mérito de evidenciar a possibilidade de se realizar atividades práticas na própria sala de aula, com materiais acessíveis e de baixo custo. Também evidenciou que aulas de laboratório, dependendo da maneira como são conduzidas, podem ser extremamente tradicionais, o que foge de nossas expectativas.

Tendo como base o texto, o grupo refletiu sobre como poderiam trabalhar com atividades de laboratório nas escolas parceiras. Foi consenso

que essas atividades deveriam ser desenvolvidas em grupo. Nesse sentido, uma das alunas explicitou que sentia necessidade de referências teóricas sobre o trabalho em grupo. Foram compartilhadas experiências pessoais, nas quais ficava evidente que, em trabalhos dessa natureza, os alunos não se envolvem com a mesma intensidade. Em geral, alguns trabalham mais e outros contribuem pouco. Feita essa constatação, surgiu a questão: Como fazer todos os integrantes de um grupo se envolverem efetivamente na realização da tarefa proposta?

Em uma das escolas parceiras, a Campos Salles, os alunos sentam-se em mesa de quatro pessoas. Teoricamente, deveriam fazer todas as tarefas em grupo. No entanto, o fato de serem agrupados não garante a realização coletiva das tarefas. Diante desse fato, discutimos o papel das lideranças nos grupos, bem como os valores atuais de nossa sociedade, que privilegia o individualismo e a competição. Abordamos ainda, a dificuldade dos professores em mediar os conflitos que surgem nos grupos. Nesse momento, tentamos explicitar as causas desses conflitos. Concluímos que estão relacionados às diferenças de interesses que emergem quando os membros de um grupo não compartilham os mesmos objetivos. Na escola, em geral, os grupos não são constituídos por um interesse em comum, mas por laços de amizade. Quando o amigo não faz o que se espera, ocorrem frustrações.

Em função de todas essas questões, o grupo concluiu que seria importante estudarmos mais sobre o trabalho em grupo e que buscaríamos referências sobre essa temática.

POZO, J. I. e CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e ensino de ciências – Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5ª Ed., Porto Alegre: Artmed, 2009, 29 – 45.

Neste texto, os autores apresentam as atitudes como conteúdos de ensino. Em geral, sua aprendizagem é implícita, em função de suas características. São conteúdos gerais, transversais, onipresentes e por essas razões, difusos e fugidios. Nas palavras dos autores: “*estão em todas as partes, mas com*

frequência não estão explicitamente em nenhuma, não são responsabilidade de nenhuma disciplina concreta” (p. 31). Além de caracterizar as atitudes, o texto teve o mérito de diferenciá-las das normas e dos valores. Trouxe, também, mecanismos de ensino específicos, tais como os reforços e castigos e a modelagem. Especificamente no que se refere ao ensino de ciências, os autores explicitaram três tipos de atitudes que devem ser promovidas: atitudes com respeito à ciência, atitudes com respeito à aprendizagem da ciência e atitudes com respeito às implicações sociais da ciência. Finalmente, discute modos de incentivar diferentes alunos a aprenderem ciências.

O texto suscitou no grupo discussões sobre como podemos ensinar atitudes. Concordamos com o autor sobre a dificuldade de enfocarmos as atitudes como objeto de ensino e, mais ainda, de avaliarmos sua aprendizagem. As professoras da universidade contaram sua experiência docente na escola básica e como construía contratos com seus alunos. Problematizamos o conceito de contrato e como, às vezes, confundimos o sentido desse conceito. Uma das professoras pontuou que não se tem um contrato efetivo quando o professor impõe aos alunos as regras a serem seguidas. Segundo ela, todo contrato implica negociação das cláusulas e consenso sobre a redação final, o que nem sempre acontece nos contratos feitos na escola.

Comentamos, também, as atitudes comuns observadas em adolescentes e o fato de, muitas vezes, os professores se acomodarem em reclamar delas. Foi consenso no grupo de que atitudes precisam ser trabalhadas na escola. Mas, como?

Uma das alunas relatou um episódio de estágio em que a professora formava grupos mistos em relação ao comprometimento com as tarefas, juntando alunos pouco interessados com alunos envolvidos. Em sua opinião, o resultado dessa medida não era satisfatório. Para ela, o grupo acabava não trabalhando. Ficamos com as indagações: será que colocar um aluno que não trabalha no grupo dos que trabalham é eficaz? Será que a ausência de intimidade faz o grupo produzir melhor?

Discutimos, também, sobre a atitude de aceitarmos ou não que colegas coloquem nosso nome em trabalhos cuja execução não colaboramos. Persistia a pergunta: o que o professor deve fazer com o aluno que nunca se envolve nas tarefas? Abordamos o problema da desmotivação dos alunos em sala de aula e sua relação com o tipo de atividade proposta pelo professor.

Como se pode observar, essa leitura desencadeou reflexões diversas sobre as atitudes relativas à Ciência, à aprendizagem, sobre as próprias atitudes dos membros do grupo e sobre aquelas que devem ser desenvolvidas na escola básica. Mais do que respostas, trouxe muitas indagações.

O grupo continuava interessado em atividades coletivas e determinado a ler mais sobre esse tema. Os integrantes haviam trazido sugestões de artigos sobre trabalho em grupo. Constatamos que foi difícil localizar estudos acadêmicos que abordassem simultaneamente o trabalho em grupo e o ensino. A grande maioria dos artigos localizados tratava da área de administração. Optamos por ler um trabalho desenvolvido na UNES a seguir.

CHAVES, A. J. F. *Os processos grupais em sala de aula*. Disponível na WEB: <http://www.franca.unesp.br/oep/Eixo%203%20-%20Tema%203.pdf>.

A autora organiza o texto em oito tópicos, tendo como meta contribuir para o conhecimento dos grupos. No primeiro, tece comentários acerca de diferenças terminológicas entre trabalho de, em e com grupos. Embora a intenção fosse boa, essas diferenças não ficaram claras ao longo do texto. No segundo tópico, tenta explorar as dinâmicas de grupo, mas como no item anterior o faz de modo muito superficial. Em seguida, traz os princípios básicos para ações grupais, isto é, a existência de um ambiente favorável ao trabalho coletivo; relações interpessoais de confiança; estabelecimento de acordos sobre as maneiras de se resolver os problemas e liberdade para definição de objetivos e estratégias. Fica evidente que o trabalho em grupo é um processo e que, portanto, precisa ser acompanhado e cuidado pelo professor.

Ao contrário dos textos anteriores, este trouxe poucas contribuições ao nosso grupo. A primeira discussão foi desencadeada pela suposta diferenciação entre trabalho de, com e em grupo. Consideramos que a autora se perdeu no texto e não explicou efetivamente essa diferença. Como ficamos interessados em compreendê-la, decidimos que procuraríamos mais trabalhos sobre esse assunto.

Em seguida, passamos às reflexões acerca da ausência de preparo dos professores sobre como orientar trabalhos em grupo, o que os leva a fazê-lo por tentativas e erros. Foram feitos relatos de exemplos de acompanhamento e concluímos que, na maioria dos casos, são usados instrumentos de controle de condutas, sem foco na orientação efetiva.

Outra questão suscitada pela leitura foi: “qual o papel do professor diante dos conflitos que emergem na realização de tarefas em grupo?”. Foi consenso que o professor não pode dar a resposta final, mas que deve auxiliar os alunos a compreenderem as causas dos problemas. Também foi consensual a nossa impressão de que o problema mais recorrente é o de um participante não contribuir efetivamente para a realização do trabalho, o que gera desavenças no grupo. Há, ainda, alunos autoritários, que reclamam dos colegas alegando que estes não trabalham, porém não lhes permitem nenhuma ação, tomando para si todas as tarefas. Como lidar com essas questões?

Outro aspecto discutido foi o da formação dos grupos. Não chegamos a nenhuma conclusão se essa formação deve ser espontânea ou direcionada pelo professor. Foram expostas algumas experiências pessoais.

Embora o texto não tenha trazido as respostas que o grupo almejava, ajudou-nos na medida em que desencadeou uma reflexão sobre o nosso próprio grupo e sobre como cada um se via em nosso projeto. Uma das docentes alegou que se via como organizadora, já que ela sentia a necessidade de um raciocínio lógico e se propunha a desenvolvê-lo. A outra relatou que, embora não julgasse correto, às vezes tomava a frente na mediação, mesmo quando essa não era a sua tarefa. Uma das alunas expôs sua dificuldade em ver a relação entre a prática e a teoria.

Nesse processo de autoavaliação, acabamos refletindo sobre uma tendência presente em nossa sociedade: as pessoas atribuírem valor ao trabalho das outras, muitas vezes esquecendo-se de avaliarem a si mesmas.

MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*, Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000, 383p.

Este livro foi fundamental para o grupo, servindo de inspiração para o trabalho que foi efetivamente desenvolvido na escola. Nele, o autor apresenta um estudo detalhado da evolução das concepções atomistas e do uso dessas concepções na explicação dos estados físicos dos materiais, em estudantes de uma classe de 8ª série do Ensino Fundamental. Sua principal contribuição foi em termos teóricos. O autor apresenta detalhadamente o modelo de mudança conceitual, que influenciou fortemente as pesquisas na área de ensino de Ciências na década de 80. Em seguida, tece críticas bem fundamentadas a esse modelo e apresenta a noção de perfil conceitual como alternativa para a construção de estratégias de ensino. Essa noção foi fortemente influenciada pela noção de perfil epistemológico de Bachelard (1984). Por essa razão, optamos por ler artigos que tratassem dessa temática, bem como a obra de Bachelard.

Este livro forneceu as bases teóricas para o trabalho do nosso grupo. Durante as discussões derivadas de sua leitura, fazíamos paralelos com nossas atividades. Ainda não havíamos delimitado o conteúdo conceitual a ser abordado, embora tivéssemos uma tendência para o trabalho com fotossíntese e respiração. Seguindo o trabalho do Mortimer, nossa meta seria ampliar as zonas do perfil conceitual dos alunos das escolas parceiras.

Conforme já comentamos, Mortimer parte da noção de perfil epistemológico proposto por Bachelard para propor a ideia de perfil conceitual. Segundo ele, o perfil conceitual introduz características ausentes na visão filosófica de Bachelard. Em comum, ambos os perfis apresentam hierarquia entre as diferentes zonas, sendo que cada zona sucessiva contém categorias

de análise com poder explanatório maior do que as anteriores. No entanto, Mortimer julga que é necessário distinguir as características epistemológicas e ontológicas de cada zona do perfil, o que não foi feito por Bachelard. Para Mortimer essa distinção era essencial, já que “*muitos dos problemas na aprendizagem de conceitos científicos têm sido relacionados com a dificuldade em se mudar as categorias ontológicas às quais os conceitos são designados*” (p. 79). Outro aspecto importante é a tomada de consciência, pelo estudante, de seu próprio perfil, como um momento relevante no processo de aprendizagem. Além disso, diferentemente do que ocorre no perfil epistemológico, os níveis “pré-científicos” do perfil conceitual não são determinados por escolas filosóficas de pensamento, mas pelos compromissos epistemológicos e ontológicos dos indivíduos.

Entendemos que, de acordo com esse referencial, para planejar o ensino de um conceito era importante delimitar as categorias que formam cada zona do perfil do conceito a ser ensinado e identificar os obstáculos epistemológicos e ontológicos, com base em estudos de concepções alternativas dos alunos e da construção histórica desse conceito.

Ficou evidente, portanto, que a base das ideias de Mortimer estava na distinção entre características epistemológicas e ontológicas de cada zona do perfil. No entanto, o texto não apresentava, em nenhum momento, a definição de características ontológicas. A leitura não nos auxiliou na compreensão dessa diferença, que era essencial para o trabalho.

Decidimos avançar no estudo do livro, com a leitura do capítulo 3: “*Os perfis conceituais de átomo e de estados físicos dos materiais*” (p. 126 – 172), procurando responder à nossa dúvida. Na discussão desse capítulo, ficou claro que o obstáculo epistemológico estava relacionado à construção histórica de um conhecimento. Encontramos, ainda, um exemplo concreto de obstáculo ontológico. A concepção de que a matéria é contínua representa um obstáculo ontológico à compreensão do átomo, já que a ideia de continuidade nega a existência de partículas e, portanto, de átomos. Havíamos encontrado um exemplo, porém não uma definição. Ainda não compreendíamos o que era em

si um obstáculo ontológico, o que nos impossibilitava de usarmos essa ideia para conceitos biológicos.

Após muitas discussões, concluímos que não conseguiríamos compreender a diferença entre obstáculo ontológico e epistemológico pela leitura de Mortimer. Decidimos buscar essa compreensão na referência usada pelo autor, isto é, Chi (1992). Percebemos, também, que não tínhamos conhecimento da história do conceito de fotossíntese. Na fala de uma das docentes: *“Eu estava tentando imaginar quais seriam as “barrinhas” para o perfil conceitual de fotossíntese e de respiração. É isso que a gente precisa construir! Qual é o perfil epistemológico do conceito de fotossíntese?”*.

Para tanto, era necessário compreender melhor o perfil epistemológico de Bachelard. Ainda na perspectiva de entender a diferença entre obstáculo epistemológico e ontológico, decidimos ler o artigo de Coutinho et al. (2007), relatado a seguir.

COUTINHO, F. A., MORTIMER, E. F. e EL-HANI, C. N. Construção de um perfil para o conceito biológico de vida. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 12(1): 115-137, 2007.

Neste artigo, os autores tinham como meta determinar as zonas que compõem o perfil conceitual de 'vida'. Para tanto, fizeram uma revisão bibliográfica sobre o conceito de vida e sua história, compilaram estudos de concepções alternativas sobre esse conceito e coletaram dados empíricos com alunos de graduação em Ciências Biológicas e de pós-graduação em Ecologia e Genética. Considerando aspectos epistemológicos e ontológicos identificaram três zonas que representam três níveis de compreensão do conceito de vida: a “internalista”, segundo a qual a vida é entendida com um conjunto de processos ou propriedades inerentes ao vivente; a “externalista”, correspondendo a uma concepção de vida como algo externo e separado do vivente e a “relacional”, na qual a vida é concebida como uma relação entre entidades ou sistemas.

Neste artigo, os autores também enfatizaram a importância de se diferenciar os obstáculos epistemológicos dos ontológicos.

“Cada zona do perfil de um conceito pode ser tanto epistemológica quanto ontologicamente diferente de outras (...). Essa distinção entre aspectos ontológicos e epistemológicos é muito importante, dado que encontramos na aprendizagem de conceitos científicos tanto problemas que são relacionados com a dificuldade de mudança das categorias ontológicas às quais os conceitos se referem, quanto obstáculos epistemológicos” (p. 116).

Como se pode notar na citação acima, mais uma vez nos deparamos com a necessidade de diferenciar aspectos ontológicos de epistemológicos. No entanto, este artigo não nos ajudou a compreender essa diferença. Sua principal contribuição foi em relação aos aspectos metodológicos. Os autores apresentaram seus instrumentos de coleta e detalharam as etapas da análise. Construíram inicialmente sete zonas para o perfil do conceito de vida, chamadas de zonas expandidas, tendo com base dados da literatura histórica, epistemológica e educacional. Posteriormente, numa segunda análise, essas categorias foram reduzidas a três zonas básicas. Além de identificarem tipos de perfis mais comuns na amostra, criaram estratégias para a construção de perfis conceituais individuais, que poderão ser utilizadas em nosso trabalho.

Ainda na busca de compreendermos bem a diferença entre obstáculos ontológicos e epistemológicos, escrevemos para um dos autores do artigo acima. Obtivemos a seguinte resposta, que muito nos ajudou:

“Quanto à questão que me coloca, posso explicar em breves linhas. Grosso modo, podemos dividir a filosofia em 3 grandes áreas: Ética, Epistemologia e Ontologia. A epistemologia se ocupa da natureza do conhecimento e das condições de validade do que constitui o bom conhecimento. A ontologia se ocupa do que poderíamos chamar de mobília do mundo, o que são os seres e em quais categorias eles se dividem. Epistemologia e ontologia se influenciam mutuamente: o que consideramos ser conhecimento afeta como povoamos o mundo de entidades e processos e vice-versa. Mas é essencial, para clareza filosófica, saber distinguir o que são argumentos ontológicos e o que são argumentos epistemológicos, mesmo que se coinfluenciem” (EL-HANI, com. Pess.).

AMARAL, E. M. R. e MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. Disponível na web: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V1-3/v1n3a1.pdf>

Este artigo tinha como objetivo apresentar uma proposta de perfil conceitual para a noção de calor. Foram determinadas cinco zonas para esse conceito. Os autores apresentam um levantamento das concepções de calor descritas na literatura e as analisam tendo por base obstáculos epistemológicos propostos por Bachelard, isto é, obstáculos substancialistas, animistas e da primeira experiência. Para os obstáculos ontológicos, fundamentam a análise nas categorias sugeridas por Chi.

Este artigo detalhou um pouco mais o referencial teórico relativo aos obstáculos epistemológicos e ontológicos. Os obstáculos epistemológicos são apresentados como “uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos” que surgem no próprio ato de conhecer, podendo causar inércia, estagnação e até regressão na busca do conhecimento. Sobre os obstáculos ontológicos, os autores mencionam as categorias propostas por Chi, a saber, matéria, eventos e abstrações. Cada uma dessas categorias se subdivide em categorias menores. Tais categorias permitem compreender a realidade. As entidades de uma categoria não podem se transformar, por meio de operação física ou psicológica, em entidades de outra categoria. A matéria, por exemplo, possui propriedades como cor, volume e massa e comportamentos, pode ser armazenada, por exemplo. Já os eventos são governados por outro conjunto de leis tais como a variação do tempo, ter começo e fim. Nenhuma operação pode transformar matéria em evento. Essas informações nos ajudaram a começar a compreender o que vinha a ser um obstáculo ontológico. Percebemos que seria muito importante para nós a leitura de Chi (1992) e ainda relutávamos sobre dedicar tempo à leitura de Bachelard. Também sentíamos necessidade de aprofundarmos nossas leituras sobre o conceito de fotossíntese.

SOUZA, S. C. e ALMEIDA, M. J. P. M. A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. *Ciência e Educação* v. 8, no. 1, 97 – 111, 2002.

Neste trabalho, as autoras tinham como objetivo identificar diferentes interpretações dos alunos sobre a fotossíntese e investigar como essas interpretações atuam na construção de sentidos. O primeiro passo das pesquisadoras foi identificar as ideias dos alunos e os pontos de deriva em relação ao conhecimento hoje aceito como adequado. Para isso, usaram como categorias de análise os obstáculos epistemológicos de Bachelard, isto é, o conhecimento geral, a primeira experiência, o obstáculo verbal e o conhecimento pragmático.

Consideramos que a maior contribuição deste trabalho foi o amplo referencial teórico trazido acerca de artigos que estudaram concepções de alunos sobre fotossíntese. Em nossa discussão, discordamos da definição de fotossíntese apresentada pelas autoras. Julgamos a definição superficial, o que nos incentivou a pensarmos em que definição daríamos para esse fenômeno.

Achamos que a análise não contemplou as quatro categorias mencionadas, mas apenas três delas. Consideramos o trabalho bastante descritivo. Trouxe dados detalhados, mas a análise foi superficial. Outra crítica feita pelo grupo foi a de que conceitos centrais apontados pelas autoras, como gestos de interpretação e sentido, são mencionados, porém não especificados no referencial teórico. Identificamos como demanda do grupo elaborar as zonas do perfil conceitual da fotossíntese.

BACHELARD, G. *A Filosofia do Não - Filosofia do novo espírito científico*. Lisboa: Editorial Presença. 2009.

Segundo Bachelard a maturação filosófica dos conceitos científicos pode ser representada pelo perfil epistemológico. Esse perfil é constituído por categorias não estanques, a saber: realismo ingênuo, empirismo claro e positivista, racionalismo clássico, racionalismo completo e racionalismo discursivo. O realismo ingênuo caracteriza-se pela simplicidade (ou simplificação) de

observação e apreensão do que se vê. A aprendizagem se dá de forma rápida e pouco (quase nada) reflexiva. Já o empirismo claro e positivista tem como base o positivismo que pressupõe a prova científica como certeza da verdade. O racionalismo clássico não deixa de ser positivista, mas agora as experiências e as comprovações necessitam de correlação, utiliza a dedução como abordagem. No racionalismo completo (complexo) temos o reconhecimento da complexidade dos fenômenos, não existe razão absoluta. Os fenômenos são sempre correlacionados, complexos e dependem de referenciais. Por fim, o racionalismo discursivo é paradoxal, se existe o algo então existe o anti algo.

A filosofia do Não de Bachelard contribuiu principalmente para tentarmos traçar um paralelo entre as contribuições do autor e os conceitos (adequados ou não) sobre fotossíntese que o grupo havia pesquisado até aquele momento.

Entendemos que ideias como: “a fotossíntese é a respiração das plantas” e “a planta retira o alimento da terra” poderiam ser consideradas realistas ingênuas, já que o realismo ingênuo traz definições do senso comum, daquilo que é primeira impressão.

Já conceitos como: “partes verdes das plantas absorvem CO_2 e liberam O_2 ”, “fotossíntese envolve troca de gases” e “plantas restauram o ar liberando algo que permite a combustão” nos pareceram ideias empiristas, visto que tiveram como base a experimentação.

A ideia de que a luz é responsável por fixar CO_2 e só libera O_2 na presença de CO_2 nos fez pensar no racionalismo clássico, pois as comprovações, nesse caso são correlatas e feitas por dedução.

O racionalismo completo (complexo, moderno) é caracterizado por muitas variáveis reconhecendo a complexidade dos fenômenos. Para o grupo os fotossistemas (I e II) da fotossíntese, e suas diversas reações químicas correlacionadas, seriam o exemplo mais adequado, mesmo que ainda tenhamos dúvidas sobre isso.

O racionalismo discursivo é tão complexo que o grupo não conseguiu fazer a correlação dele com os conceitos da fotossíntese.

CHI, M.T.H. Barriers to Conceptual Change in Learning Science Concepts: A Theoretical Conjecture. (Barreiras à mudança conceitual na aprendizagem de conceitos científicos: uma conjectura teórica). *Third Misconceptions Seminar Proceedings*. 1993. p. 1 – 15.

Nesse artigo, a autora, identifica e caracteriza a existência de uma classe específica de conceitos científicos particularmente difíceis de compreender e aprender. São conceitos cujas características subjacentes são completamente alheias e diferentes de outros conceitos que os estudantes já aprenderam. Para Chi aprendizagem e mudança conceitual são duas coisas diferentes. Aprender é assimilar um conceito numa estrutura já existente. Mudar conceitualmente é assimilar um conceito mudando de uma estrutura para outra (comutação). A autora diz que a mudança conceitual leva em conta três suposições: uma epistemológica relativa à natureza das entidades no mundo, uma metafísica, relativa à natureza de algumas Ciências e uma psicológica, sobre a natureza do conhecimento conceitual.

Ainda segundo a autora, todas as entidades no mundo podem ser vistas como pertencentes a diferentes categorias fundamentais ou ontológicas. O importante é olhar para as categorias ontológicas e suas subdivisões. Três categorias principais: **matéria, processos e estados mentais**. A categoria ontológica processo pode ser subdividida em eventos, procedimentos e interação não causal. A autora destaca que para o seu trabalho é importante distinguir as categorias matéria e processo. O que distingue duas categorias ontológicas é “o fato de os atributos de uma categoria não poderem ser aplicados a membros de outra categoria. A categoria Matéria” cabe tudo aquilo que ocupa espaço, possui características como cor, forma, tamanho e tem “comportamentos” como murchar, brilhar, vazar (CHI, 1993; AMARAL e MORTIMER, 2001). Tudo que pertence à categoria “Processos” possui como característica ser um conjunto de ações e/ou alterações que ocorrem e

resultam em algo, portanto os processos acontecem e por certo período de tempo.

Apesar do nosso grupo não concordar com a mudança conceitual proposta no artigo de Chi, visto que avançamos para ideias conceituais como perfil conceitual, a discussão desse artigo contribuiu principalmente para que o grupo compreendesse o conceito de ontologia. Com a ajuda de El Hani (Charbel) entendemos que: “a ontologia se ocupa do que poderíamos chamar de mobília do mundo, o que são os seres e em quais categorias eles se dividem” (El Hani, 2011).

Além disso, foi muito importante o exercício de colocar a fotossíntese em uma das categorias (ou subcategorias) propostas por Chi. Entendemos que fotossíntese caberia na categoria processo, na subcategoria de interação não causal, pois na fotossíntese não existe uma linearidade (começo, meio e fim).

A discussão sobre a categorização ontológica da fotossíntese suscitou dúvidas sobre o processo fotossintético. Essas dúvidas como: existe planta que não faz fotossíntese? Todas as plantas tem clorofila? O que seriam pigmentos? Qual a classificação dos vegetais? Onde são formados os fosfolipídios e as proteínas?, levaram o grupo a estudar fotossíntese e a elaborar um histórico sobre as descobertas desse processo. Uma das perspectivas da elaboração desse histórico era verificar quais são os atributos ontológicos de fotossíntese. O histórico será apresentado em um dos itens da trajetória prática do grupo.

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P.H.; EL-HANI, C.N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. In: *Anais VII ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências)*. Florianópolis. 2009. v. único. p. 1-12.

O artigo discute as bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. Os autores distinguem duas visões sobre conceitos: a primeira os entende como modelos ou esquemas mentais de objetos ou eventos; a segunda como exibindo significados relativamente estáveis e existindo apenas nas linguagens naturais e nos sistemas de conhecimento, e diferenciando-se

da conceitualização, um processo dinâmico que ocorre nas mentes dos indivíduos, como resultado de interações socialmente situadas com eventos e experiências externas. Os autores discutem a aprendizagem na perspectiva da abordagem dos perfis conceituais. Isso significa dizer que envolve processos relacionados ao enriquecimento de perfis conceituais e tomada de consciência tanto da heterogeneidade quanto da demarcação de modos de pensar e falar. Destacam que a abordagem dos perfis conceituais não é relativista, defendem uma abordagem pragmatista objetiva.

As contribuições desse artigo para o nosso grupo foram várias. Uma delas foi a reiteração da importância de trabalharmos com os perfis conceituais tanto na pesquisa quanto na docência. Os perfis conceituais tem como pressuposto teórico o interacionismo e permitem trabalharmos com a heterogeneidade natural da sala de aula. Mas, os próprios autores tiveram a preocupação de não tornar a ideia de perfil conceitual como algo relativista, no sentido de que qualquer explicação vale. Eles entendem que o perfil conceitual é pragmático. O pragmatismo não rejeita a verdade, mas tenta esclarecer os significados das relações.

Discutir e entender que para aprendermos um conceito, primeiro aprendemos o seu significado, algo socialmente construído, e só depois passamos a verificar seus sentidos, algo pessoal e dependente das experiências individuais, foi produtivo para o avanço das produções teóricas do nosso grupo.

Definir as zonas do perfil conceitual de fotossíntese é importante no sentido de evidenciarmos as dúvidas tanto de professores quanto de alunos para que possíveis atividades de ensino possam explicitar, de forma consciente, os obstáculos para a aprendizagem, assim, poderia ocorrer o enriquecimento dos perfis conceituais. Esse termo (enriquecimento) foi considerado pelo grupo como mais adequado do que evolução do perfil conceitual. O termo evolução é complexo e pode carregar pré-concepções da Biologia.

O texto afirma que para trabalharmos com o perfil conceitual é preciso analisar dados variados, e esses não podem ser lineares. Devemos considerar

uma gama de significados e conceitos para um determinado tema. É preciso considerar três dos quatro domínios genéticos de Vigotsky: sócio cultural, refere-se ao histórico do tema a ser estudado; ontogenético, aquele que se refere a natureza das coisas (concepções alternativas); microgenético, diz respeito a interação cognitiva com o uso de exemplos ou episódios entre pessoas (entrevistas, questionários, filmagens etc.).

Já havíamos explorado os domínios sócio cultural e o ontogenético, o texto evidenciou a necessidade de trabalharmos com a análise microgenética, o que ocorreu no TCC dos alunos Luis Fabio e Rosangela.

SEPÚLVEDA, C.A.S.; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C.N. Construção de um perfil para o conceito de adaptação evolutiva. In: *Anais VI ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências)*. Florianópolis. 2007. v. único. p. 1-12.

O artigo apresenta algumas reflexões acerca dos desafios metodológicos enfrentados no processo de construção de zonas de um perfil para o conceito de adaptação. A comparação entre a construção de alguns perfis conceituais como entropia, espontaneidade e vida revela particularidades provindas de diferentes domínios, que se referem ao conhecimento do conceito e as especificidades histórica e epistemológica de cada domínio. A partir desta reflexão, os autores propõe novas estratégias metodológicas para a caracterização e representação das zonas de um perfil conceitual, em conexão com orientações teórico-metodológicas advindas das teorias de Bakhtin e Vygotsky. Além disso, apresentam resultados preliminares da construção de um perfil para o conceito de adaptação.

Nosso objetivo com a leitura e discussão desse artigo foi buscarmos contribuições para a reflexão sobre as seguintes questões: a noção de perfil conceitual pode ser aplicada da mesma maneira à análise da gênese de conceitos produzidos em diversos domínios do conhecimento científico? Ou há

particularidades na aplicação do modelo a conceitos situados em campos do conhecimento que apresentam aspectos epistemológicos distintos daqueles encontrados na física e na química, nas quais o modelo foi originalmente desenvolvido?

Ficou claro para o grupo que para o conceito de fotossíntese estamos considerando basicamente o domínio microgenético (dados dos alunos) e no máximo o contexto histórico e que precisamos abordar pelo menos três domínios.

A partir das quatro zonas do perfil conceitual (ausência de explicação etiológica, visão teleológica, internalismo/transformacional e externalismo/variacional) proposto pelos autores para o conceito adaptação evolutiva, fizemos um exercício de classificação análogo para o conceito de fotossíntese, tivemos bastante dificuldade, mas o exercício reflexivo foi de grande importância.

O que mais nos chamou a atenção nesse artigo foi uma nova forma de representar os perfis conceituais. Até então a representação que conhecíamos era de zonas de perfil a partir de um gráfico de barras com alturas diferenciadas. A nova maneira de representar as zonas do perfil é feita a partir de círculos concêntricos com áreas sobrepostas. Essa nova forma é bastante interessante, pois, a sobreposição dos círculos representa compromissos ontológicos e epistemológicos compartilhados entre as zonas. Além disso, os diâmetros dos círculos representam a extensão em que cada uma das formas de compreender o conceito está presente no pensamento de cada indivíduo.

TRAJETÓRIA PRÁTICA DO GRUPO

- **PRIMEIRA VISITA DOS ALUNOS DO MACKENZIE À ETEC**

Nossa proposta sempre foi de formarmos um grupo colaborativo e cooperativo entre professores universitários, alunos de graduação e docentes da escola básica. Nesse sentido percebemos a importância de realizarmos

uma visita a ETEC Parque da Juventude local em que trabalha a professora Mariana Lorenzini Peão.

Conhecermos a realidade em que ela trabalha acaba complementando o espaço reflexivo de formação de todos os componentes do grupo, além disso, a professora Mariana é referência para os licenciandos, isso fica explícito no trecho retirado da ata do dia 08/11/2010.

Rosana: falou que Mariana era um modelo positivo para os nossos alunos. Eles ficaram super animados com a história dela. Ver que ela saiu do Mack, é jovem e gosta da sala de aula foi importante.

Um modelo positivo é sempre importante para que os alunos verifiquem as possibilidades de trabalho na docência. Fica claro para o nosso grupo que a busca de parcerias, para continuidade de nossa pesquisa, deve ser feita, mesmo que de maneira não exclusiva, entre os nossos ex-alunos, que hoje trabalham na educação em escolas públicas.

A nossa visita foi produtiva no sentido de explicitarmos quais eram as necessidades da escola, representada nesse caso pela professora Mariana. As maiores preocupações da professora Mariana eram a fragmentação do ensino e a aprendizagem conceitual principalmente de processos complexos como a fotossíntese e a respiração. O que fica claro na fala da professora:

Mariana: ...o conceito de metabolismo fica vago [ao se referir às dificuldades conceituais]. Vejo claramente que a própria disciplina é fragmentada. Quando ele fala [referindo-se ao aluno] que carboidrato é fonte de energia.... Mas relacionar alimentação, metabolismo e essas reações eu vejo muita dificuldade.

No item seleção do tema de ensino falaremos mais sobre isso.

A professora Mariana nos contou que trabalha só com os primeiros anos e acredita que não teria o apoio dos outros professores para fazer uma mudança na disciplina como um todo, só podendo ser feitas alterações nos conteúdos relativos ao primeiro ano.

É importante destacar que a professora Mariana consegue questionar sua própria prática colocando questões que a levam a reflexões importantes, como no trecho abaixo:

Mariana: Será que uma disciplina isolada tem força para superar a sua própria limitação? [ao se referir a burocracia da escola]. Vi o 2º ano degrading completamente – problema: como o professor está trabalhando. Meu grande dilema é perceber que minha própria prática dentro da sala de aula está fragmentada. Será que eu não teria que ter o apoio de professores de outras áreas?

Talvez essas reflexões já tenham surtido efeito em sua prática como podemos perceber quando ela comenta:

Mariana: Eu tento dar sentido ao currículo tradicional, com uma atividade não tradicional. Acho que está na hora de romper com o currículo tradicional.

Mariana: a gente já conversou que vai fazer o gourmet [ao se referir a um projeto realizado por professores de várias disciplinas] de novo: Que questões problematizadoras a gente pode trazer para nortear as aulas de Biologia?

Essas reflexões são importantes para o nosso grupo de pesquisa, pois colocam a tona as dificuldades de elaborarmos sequências didáticas que efetivamente possam tornar a aprendizagem significativa para os alunos.

Além das questões práticas levantadas até aqui essa visita a ETEC foi um divisor de águas para decidirmos nossos caminhos teóricos.

1ª AVALIAÇÃO COLETIVA DO TRABALHO APÓS 6 MESES

A avaliação coletiva proposta pelo grupo teve como objetivos principais reconhecermos os aspectos positivos de nosso trabalho e principalmente aspectos que poderíamos mudar para melhorar. O reconhecimento de nossos limites pode permitir reflexões e mudanças. Além disso, discutimos os papéis que desempenham os alunos voluntários e bolsistas e os professores da universidade e da escola básica.

O grupo destacou que as nossas reuniões e o nosso trabalho nesses seis primeiros meses foram importantes por diversos motivos. Alguns trechos da ata exemplificam as contribuições do grupo de pesquisa, dentre eles estão:

- O hábito de registro a partir de atas, importante para a memória do grupo;

Rosângela: A leitura das atas foi importante para que eu compreendesse pontos da discussão que não haviam ficado claros.

- A ajuda na tomada de decisão para continuidade da licenciatura para alguns dos alunos participantes;
- A conexão entre o trabalho do grupo e as aulas de licenciatura;
- A desmistificação da ideia de que para dar aula é preciso apenas saber os conteúdos específicos da Biologia;
- A consciência de que o grupo é uma oportunidade privilegiada de formação inicial e/ou continuada;

Juliana: aprendi a fazer resenha dos textos e prezo a pontualidade.

Camila: os fichamentos contribuíram muito preciso criar o hábito de fazê-los [ao se referir aos fichamentos dos textos necessários para nossa discussão]

Marianne: realizei as leituras com cuidado, as reflexões contribuíram para minha formação. Preciso melhorar a frequência de leitura das atas, e fichamento de textos.

- A contribuição das discussões teóricas e ações práticas para os licenciandos que já trabalham no magistério;
- A valorização da importância do trabalho em grupo;
- A crescente valorização do compromisso e da responsabilidade de fazer parte de um grupo de pesquisa;

Talita A: preciso justificar as vezes que faltei. Tenho dificuldade em entender os textos e colaborar nas discussões, por isso, não sei se devo continuar no grupo ou não.

Rosângela: posso melhorar minha presença nas reuniões [referindo-se às suas faltas]. A leitura das atas foi importante para que eu compreendesse pontos da discussão que não haviam ficado claros.

Taciana: tenho prazer em aprender e me aprofundar no tema que é desafiador. Posso melhorar a minha organização.

- A reflexão sobre a delimitação do papel de cada componente do grupo e sua colaboração.

Magda: poderia melhorar deixando os outros integrantes falarem mais.

A partir dessa reunião chegamos a delimitação dos papéis desempenhados pelos integrantes do grupo. Os voluntários precisam ter compromisso/comprometimento, assiduidade, pontualidade, participação ativa e colaboração, justificar as ausências e ter responsabilidade. Os alunos bolsistas precisam ter os mesmos papéis dos voluntários, além de obrigações na parte burocrática e disponibilidade em outros horários para imprevistos ou para resolver problemas. Os professores da universidade, além dos mesmos papéis de voluntários e bolsistas devem contribuir com suas experiências e assumir responsabilidade de líder. A professora da escola tem como papéis a parceria, a troca, a regulação da realidade em que vamos realizar a intervenção e leitura das atas como forma de acompanhamento.

SELEÇÃO DO TEMA DE ENSINO

A seleção do tema a ser ensinado foi feita em conjunto com a professora Mariana. O trecho a seguir foi retirado da ata da reunião em que esse tema foi definido:

Magda: Tudo parecia tão legal [referindo-se às impressões que teve na visita à ETEC] que surge a pergunta: O que de fato podemos fazer na ETEC? Minha pergunta para a Mariana é o que na prática é problema para você?

Mariana: Hoje eu dou aula para o 1º ano. A gente trabalha citologia. Eu vejo que as coisas vão caminhando bem. A gente trabalhou filosofia da Ciência e método científico. Diferentes tipos de célula, química da célula. Membrana plasmática e transporte celular. Eu consigo fazer bastante coisa visual, parte prática (...) Mas, quando chegamos em bioenergética, fotossíntese e respiração... Eles acham que a fotossíntese

produz energia. A gente tem que desconstruir esse conceito. Eu pedi mapa conceitual (...). Fotossíntese e respiração celular... me sinto engessada. Eu não tenho material para isso. DNA, cromatina e cromossomo é outro problema. Essa questão da fotossíntese e da respiração é algo que eu acho que a gente devia focar.

O trecho acima mostra que durante o processo de seleção do tema ocorre a efetiva parceria que se estabelece nesse momento entre as professoras da universidade e a professora da escola. Fica evidente a posição de escuta assumida pela universidade, exemplificada pela fala da professora Magda: *“O que de fato podemos fazer na ETEC? (...) Minha pergunta para a Mariana é o que na prática é problema para você?”*. Apesar do tema DNA ter surgido na conversa a grande questão que fica é a relação entre os complexos processos de fotossíntese e respiração.

O grupo tenta verificar a origem do problema destacado pela professora Mariana, isso fica evidenciado no diálogo abaixo:

Magda: O grande problema é desmistificar esse entendimento de que a fotossíntese é respiração da planta.

Mariana: Essa ideia de que tem que tirar a planta do quarto, porque planta respira de noite e faz fotossíntese de dia...

Rosana: De onde vocês acham que vem essa ideia?

Magda: Uma das minhas hipóteses é que os alunos não estão convencidos que planta é ser vivo. Eles sabem, repetindo [por memorização].

Taciana: Talvez devêssemos começar por aí.

Thiago: Talvez seja mais difícil. Coisa viva tem movimento.

Juliana: Quando as crianças são pequenas mostram e chamam a atenção dos filhos para gatos, cachorros, coelhos, abelha e outros animais, mas são raras as pessoas que ensinam para as crianças, quando veem uma margarida, rosa ou orquídea, geralmente dizem olha a flor.

No diálogo acima a hipótese levantada está relacionada com o fato das plantas talvez não serem consideradas, verdadeiramente, seres vivos.

Na continuidade podemos verificar mais algumas hipóteses:

Juliana: Fotossíntese é energia desde que a criança entra na escola. Nunca se fala que planta respira.

Magda: [levanta o problema de formação de professores de 1ª a 4ª]. Outra questão: quando a gente fala de características de seres vivos, não se dá a devida atenção à ideia de metabolismo.

Mariana concorda que conceito de metabolismo fica vago. Vejo claramente que a própria disciplina [refere-se à Biologia] é fragmentada (...) relacionar alimentação, metabolismo e essas reações, eu vejo muita dificuldade.

A professora Mariana destaca algo importante que é a fragmentação do conhecimento e com isso, talvez, os processos vistos em “gavetas” não sejam relacionados, assim a respiração é confundida com a fotossíntese nas plantas.

Magda: As professoras de 1ª a 4ª séries me perguntam: como eu falo para uma criança de 7 anos o que é uma transformação química? A concepção de ciência tem que ser tratada no próprio conteúdo. Apresentar às crianças a ideia de modelo e não de verdades.

Mariana: Será que uma disciplina isolada tem força para superar a sua própria limitação? (...) Meu grande dilema é perceber que minha própria prática dentro da sala de aula está fragmentada. Será que eu não teria que ter o apoio de professores de outras áreas?

A fala da professora Mariana suscitou no grupo uma conversa sobre a possibilidade de trabalhos com projetos interdisciplinares na ETEC e sobre reformulação do currículo a partir de temas geradores. Mariana explicita as dificuldades na realização de projetos interdisciplinares e acrescenta outras dificuldades como:

Mariana: Tem outra barreira. Por que o aluno opta por uma escola técnica? Ele quer sucesso no vestibular. Ele precisa perceber que dessa forma ele está aprendendo mais do que do tradicional. Apesar de estarmos amarrados no tradicional, já temos ações que não são dessa forma e eu tenho trabalho para explicar para os pais o porquê estamos fazendo diferente. Eles entram na escola e sentem: missão cumprida. Passei no vestibulinho. Para ter essa proposta (do projeto e da reformulação dos conteúdos do 1º ano), será que eles entenderiam essa forma de trabalho?

Magda: Nós poderíamos pensar em trabalharmos com uma sequência didática. É uma sugestão que está no meio termo. A reestruturação por conceito estruturante é um caminho...

Mariana: Que questões problematizadoras a gente pode trazer para nortear as aulas de Bio?

Magda: O que nos move?

Mariana: Que objetivos unem os professores? Quais os conceitos e atividades podem ser trabalhados para que se tenha os conteúdos articulados?

Fica claro no diálogo acima que para a escolha do tema foi necessário pensarmos nas questões reais que envolvem o cotidiano escolar e não só nos conteúdos conceituais.

A professora Rosana reforçou nossa escolha ao disser que observou na universidade, algo peculiar:

Rosana: quando os alunos têm que pensar em conteúdos ou áreas, como no planejamento das aulas simuladas, poucos alunos se filiam a área da botânica.

Parecia que os temas fotossíntese e respiração atendiam as expectativas do nosso grupo.

CONSTRUÇÃO COLETIVA DO HISTÓRICO

A necessidade de construirmos um histórico sobre a fotossíntese justifica-se por pelo menos dois motivos. O primeiro, teórico no sentido de levantarmos os conhecimentos do grupo sobre o assunto e principalmente as dúvidas. O segundo, prático já que para traçarmos as zonas do perfil conceitual precisamos saber em cada zona quais são os limites conceituais.

Falas como as citadas abaixo justificam a nossa necessidade:

Luis: resumiu a reunião passada como importante para não se confundir os predicativos atribuídos a fotossíntese. Por isso, o ideal é estudar profundamente a fotossíntese para categorizar os predicativos corretos para o tema [refere-se aos predicativos dos obstáculos ontológicos].

Rosana: conclui que a fotossíntese está dentro de um processo, que por sua vez está dentro da categoria não causal. [Essas ideias se referem às categorias ontológicas do texto que lemos da Chi]

Rosana: diz que o objetivo é buscar predicativos de categorias da fotossíntese. Para isso é preciso retomar a concepção ontologicamente, e a historicidade do processo.

Utilizamos duas reuniões e cada componente do grupo trouxe contribuições teóricas de livros e sites como:

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. Jean Senebier. Disponível em <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/534381/Jean-Senebier>>. Acesso em: 08 de mai. 2011.

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. Julius Von Sachs. Disponível em <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/515271/Julius-von-Sachs>>. Acesso em: 08 de mai. 2011.

HALL, D. O. e RAO, K. K. História e progresso das ideias. In: HALL, D. O. e RAO, K. K. Fotossíntese. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. 1980. p. 8-17.

KRAUS, J. E. O que é fotossíntese? In: Programa de Educação Continuada. Aperfeiçoamento de professores – Professor da educação básica II. Biologia, 2005, p. 28-39.

LOPES, S. e POSSO, S. Metabolismo energético. In: LOPES, S. e POSSO, S. Biologia, volume I. 2 ed. São Paulo: Editora Ática. 2010. p. 321-341.

MAJEROWICZ, N. Fotossíntese. In: KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 2004. p.132.

MARANDINO, M. Apresentando dados de pesquisa em ensino de Biologia sobre fotossíntese. In: Programa de Educação Continuada. Aperfeiçoamento de professores – Professor da educação básica II. Biologia, 2005, p. 27-28.

RAVEN, P. H. Fotossíntese, luz e vida. In: RAVEN, P. H., EVERT, R. F., e EICHHORN, S. E. Biologia vegetal. 7 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 2007. p. 125-151.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. Fotossíntese: as reações luminosas. In: TAIZ, L. e ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 4 ed. Porto Alegre: Editora Artmed. 2009. p. 147-181.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. Fotossíntese: reações de carboxilação. In: TAIZ, L. e ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 4 ed. Porto Alegre: Editora Artmed. 2009. p. 182-219.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. Fotossíntese: considerações fisiológicas e ecológicas. In: TAIZ, L. e ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 4 ed. Porto Alegre: Editora Artmed. p. 220-243.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004

A partir dessas leituras e de discussões propusemos uma linha do tempo apresentada a seguir:

LINHA DO TEMPO:

- Aristóteles – a planta tirava todo o alimento do solo (Raven, p.126).
- Séc. 17 – (primeira metade) – Van Helmont – A água é responsável pelo crescimento das plantas (Hall, p.8).
- Séc. 17 – Nehemiah Grew – reconheceu “precipitado verde” na célula vegetal (texto do PEC, p. 29).
- 1727 – Stephen Hales – as plantas usam ar como nutriente para crescer (Hall, p.8).
- 1771 – Joseph Priestley – a planta restaura o ar, liberando uma substância que permite a combustão (Raven, p.126; PEC, p.29; Hall, p. 8). “Ela limpa e purifica a atmosfera”
- 1779 – Jan Ingenhousz – partiu dos dados do Priestley, afirmando ar só é restaurado na presença de luz e pelas plantas verdes (Raven, p.126; Lopes e Rosso, p.344; Taiz, p. 152).
- 1796 – depois de conhecer o trabalho de Lavoisier, Ingenhousz, demonstrou que a parte verde das plantas absorvem o CO₂ e liberam O₂, além disso demonstrou que as plantas respiram como os animais (Raven, p.126; Lopes e Rosso, p.244; Taiz, p. 152).
- A planta produz uma maior quantidade de O₂ do que CO₂ (Wikipédia inglesa).
- (data?) Jean Senebier – As plantas usavam CO₂ dissolvido na água como alimento (Hall, p.8).

- 1796 – Ingenhousz – O dióxido de carbono seria quebrado na fotossíntese produzindo carbono e oxigênio. E o oxigênio seria liberado como gás (Raven, 126).
- 1800 – Senebier – a luz é o agente responsável na fixação do CO₂, e que só há liberação de O₂ na presença de CO₂. Reforça a ideia de Ingenhousz, pela com a quebra do CO₂ (Enciclopédia Britânica).
- Séc. 19 (início) – Nicolas T. Saussure – Estudou as relações quantitativas entre CO₂, O₂ e matéria orgânica. A água é usada durante a assimilação de CO₂ (Hall, p.9).
- 1817 – Pelletier e Caventou – Isolaram substância verde e chamaram de clorofila (Hall, p. 9).
- 1845 – Julius Robert Mayer – as plantas transformam energia solar em química armazenadas em moléculas orgânicas. Contribui para a lei de conservação de energia (Hall, p.9; Lopes e Rosso, p.344).
- 1864 – Boussingault – A razão entre o volume de O₂ liberado e o volume de CO₂ consumido é quase unitária (Hall, p.9).
- 1865 – Julius Sachs – Demonstrou a produção de grão de amido durante o processo de fotossíntese (Hall, p.9).
- 1865 – Sachs – Mecanismo de retirada de água do solo pela zona pilífera, repassando para a raiz. Provou que a clorofila não é produzida em todos os tecidos, mas em áreas específicas dentro da célula (Enciclopédia Britânica).
- 1880 – Engelmann – Estabeleceu uma relação direta entre os cloroplastos e o O₂. Também estabeleceu qual era o espectro de absorção da clorofila. As clorofilas absorvem mais os espectros vermelhos e azuis. Conclusão: clorofilas são pigmentos foto receptivos (Hall, p.9).
- 1905 – F. F. Blackman- a partir das curvas de saturação luminosa, sugeriu que a fotossíntese é um mecanismo de duas etapas, envolvendo uma reação fotoquímica e outra não fotoquímica (Hall, p.14).
- 1905 – Einsten – a luz é considerada formada por partículas de energia chamadas fótons. A intensidade energia é inversamente proporcional ao seu comprimento de onda (Raven, p. 128).

- Por volta 1930 – achava-se que O_2 era derivado da quebra do CO_2 .
- 1932 – C. B. Van Niel – existem bactérias que assimilam CO_2 , produzem carboidratos e NÃO liberam O_2 .
- Van Niel propôs como equação geral da fotossíntese:
 $CO_2 + 2 H_2A \xrightarrow{\text{luz e clorofila}} (CH_2O) + H_2O + 2A$, onde H_2A – é o substrato oxidável. Niel – aventou que o O_2 liberado provém da H_2O e não do CO_2
- 1932 – Emerson e Arnold – o rendimento máximo da fotossíntese não é determinado pelo número de moléculas de clorofila, mas sim pelo número de moléculas de enzima que catalisam a reação de escuro (Hall, p. 14 e 15).
- 1937 – Hill – a liberação fotoquímica do O_2 pode ser separada da redução de CO_2 . Mostrou que cloroplastos isolados produzem O_2 na ausência de CO_2 (Hall, p. 16 Raven, 126).
- 1941 – Ruben e Kamen – comprovaram que o O_2 vem da água usando isótopo de O_2 de massa 18 (Hall, p. 17).
- Bassham, Benson, Calvin – traçaram caminho do carbono na fotossíntese. Demonstraram que reação de escuro precisa de 2 moléculas de $NADPH_2$ e 3 ATP para reduzir CO_2 em açúcares. Essas moléculas ($NADPH_2$ e 3 ATP) já eram conhecidas na respiração (Hall, p. 17).
- 3 laboratórios – A redução do NADP a $NADPH_2$ libera O_2 (Hall, p. 17).
- 1954 – Arnon, Allen, Whatleu – mostraram que a reação ocorre em cloroplastos isolados.
- 1960 – Hill e Bendall – propuseram o esquema Z para explicar a transferência de elétrons durante a fotossíntese.
- 1964 – conhecimento sobre diversas proteínas: ferredoxina, plastocianina, ferredoxina-redutase, citocromos b e f – participam da transferência de elétrons.

Essa linha do tempo fez com que o grupo pensasse em vários aspectos envolvidos na fotossíntese como demonstram as falas destacadas:

Rosana: diz que o livro da Sônia Lopes e do Sérgio Rosso, atribui a fotossíntese como oxígena e anoxígena. Se fossemos entrar por esse viés seria necessário trabalhar não só com as plantas verdes.

Magda: diz que a cada descoberta são reforçados conceitos iniciais. Por isso, os erros conceituais podem vir desde as primeiras descobertas [ao verificar que os cientistas utilizavam as ideias anteriores como pressupostos verdadeiros].

Magda: diz que o obstáculo epistemológico relacionado a este processo, [referindo-se a absorção de determinados comprimentos de onda] é de que as crianças têm a percepção de que as plantas absorvem apenas a cor verde.

Além das reflexões geradas pela construção da linha do tempo várias dúvidas nasceram, tanto nos aspectos conceituais quanto nos metodológicos.

Uma das dúvidas metodológicas foi sobre o nível de profundidade do conteúdo conceitual. Por isso, foi necessário conversar com as professoras das escolas parceiras, para entender a demanda das aplicações. Nesse sentido, dependendo das demandas, seria necessário o aprofundamento em referências de Ensino Básico e/ou do Ensino Superior.

As dúvidas conceituais aqui destacadas foram: as plantas fazem fotossíntese com luz branca artificial? A planta estoca os produtos da fase de claro na fase de escuro? As plantas armazenam NADPH_2 e ATP? Se elas armazenam, podemos dizer que parte do processo ocorre à noite. Caso ela não armazene, ao escurecer, o processo acaba com o término desses produtos.

Algumas dessas dúvidas foram esclarecidas ao longo do processo, mas foram importantes para consolidarmos nosso enfoque e a continuidade do trabalho.

A partir da linha do tempo traçada para a fotossíntese, as discussões e dúvidas, a aluna Camila Martins da Silva Bandeira, como parte de seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), produziu um texto sobre o histórico da fotossíntese. Abaixo o texto foi colocado na íntegra a partir de BANDEIRA (20011).

No ano 300 a.C, começou-se a pensar na forma de nutrição das plantas. Para Aristóteles, neste período, a planta retirava todo o seu alimento do solo (RAVEN, 2007).

Posteriormente, no século XVII, van Helmont, médico belga, cultivou a muda de uma planta durante cinco anos apenas adicionando água. Desta forma, o médico concluiu que o principal fator responsável pelo crescimento da planta era a água, pois durante o período do experimento a planta atingiu um desenvolvimento considerável de tamanho, enquanto que o solo possuía praticamente o mesmo peso de antes (HALL e RAO, 1980). Nehemiah Grew, botânico inglês, neste mesmo século, reconheceu um precipitado verde na célula vegetal, que depois foi denominado como cloroplasto (KRAUS, 2005).

No século seguinte, ano de 1727, Stephen Hales, botânico inglês, afirma que o ar continha nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta (HALL e RAO, 1980).

Joseph Priestley, químico inglês, entre 1771 e 1777, após inúmeros experimentos, afirmou que as plantas eram capazes de restaurar o ar. Deste modo, com a liberação de dióxido de carbono, feito pela respiração dos animais, o ar ficava modificado e as plantas poderiam reverter esta situação, limpando e purificando a atmosfera (RAVEN, 2007; KRAUS, 2005; HALL e RAO, 1980).

Ainda no século XVIII, em 1779, Jan Ingenhousz, médico holandês, a partir dos dados de Priestley, descobriu que apenas as partes verdes da planta na presença de luz restauravam o ar (RAVEN, 2007; LOPES e POSSO, 2010; TAIZ e ZEIGER, 2009). Em 1796, depois de conhecer o trabalho de Lavoisier, Ingenhousz, demonstrou que essas partes absorvem o dióxido de carbono e liberam oxigênio, além disso, verificou ainda que as plantas respiram como os animais (RAVEN, 2007; LOPES; POSSO, 2010; TAIZ ; ZEIGER, 2009) e afirmou que o dióxido de carbono seria quebrado na fotossíntese produzindo carbono e oxigênio, o qual seria liberado na forma de gás (RAVEN, 2007).

No século XIX, o pastor suíço, Jean Senebier, confirmou a teoria de Ingenhousz ao citar que o dióxido de carbono na água era usado pelas plantas como alimento (HALL e RAO, 1980). Em 1800, Senebier propôs que a luz é o agente responsável na fixação do dióxido de carbono, e que só há liberação de oxigênio na presença deste gás (ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, 2011). No

mesmo período, o suíço Nicolas T. Saussure concluiu que na assimilação do dióxido de carbono, realizada pelas plantas, também havia consumo de água (HALL e RAO, 1980). Em 1817, Pelletier e Caventou, isolaram as partes verdes das plantas denominando-as como clorofila (HALL e RAO, 1980). Já em 1845, foi declarado por Julius Robert Mayer que as plantas transformam energia solar em energia química, a qual é armazenada em moléculas orgânicas, contribuindo, assim para a lei da conservação de energia (HALL e RAO, 1980; LOPES e ROSSO, 2010).

O processo da fotossíntese, nessa época, era representado pela seguinte equação:

Plantas verdes

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{LUZ} \text{ -----} \rightarrow \text{O}_2 + \text{matéria orgânica} + \text{energia química}$
(HALL e RAO, 1980).

Boussingault, em 1864, detectou na fotossíntese que a razão entre o oxigênio liberado e o dióxido de carbono era praticamente unitária (HALL; RAO, 1980). Também nesse ano, Sachs, botânico alemão, que já tinha descoberto a respiração vegetal, constatou a formação de grãos de amido, enquanto ocorria o processo de fotossíntese (HALL e RAO, 1980). Após um ano, em 1865, Sachs apresentou o mecanismo de retirada de água do solo pela zona pilífera, repassando-a para a raiz. Além disso, provou que a clorofila não é produzida em todos os tecidos, mas em áreas específicas dentro das células (ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, 2011). Engelmann, em 1880, estabeleceu uma relação direta entre os cloroplastos e o oxigênio, também demonstrando qual era o espectro de absorção da clorofila. Esta absorve mais os comprimentos vermelho e azul, concluindo que a clorofila é o pigmento fotorreceptivo na fotossíntese (HALL e RAO, 1980).

A fotossíntese, no início do século XX, de acordo com o estágio de conhecimento do processo, foi representada pela seguinte equação:

Plantas verdes

$(\text{CO}_2)_n + \text{H}_2\text{O} + \text{LUZ} \text{ -----} \rightarrow (\text{O}_2)_n + \text{amido} + \text{energia química}$
(HALL; RAO, 1980).

O fisiologista vegetal inglês, F. F. Blackman, em 1905, percebeu a partir das curvas de saturação luminosa que a fotossíntese é realizada em duas etapas: a reação fotoquímica, dependente da luz, e a não fotoquímica, ou reação de escuro. Indicou que reações independentes da luz eram controladas por enzimas, a partir de estudos com variação de temperatura (HALL e RAO, 1980). No mesmo ano, Einstein considerou que a luz é formada por partículas de energia denominadas fótons e que a intensidade de energia é inversamente proporcional ao seu comprimento de onda. (RAVEN, 2007). Por volta de 1930, achava-se que oxigênio era derivado da quebra do dióxido de carbono (HALL e RAO, 1980). C. B. van Niel, microbiologista holandês em 1932, constatou que as bactérias eram aptas na síntese de carboidratos assimilando o dióxido de carbono, porém sem ocorrer a liberação de oxigênio.

Em sua sequência de reações é explicitamente constatado que o oxigênio liberado não é derivado do dióxido de carbono e sim da molécula de água (HALL e RAO, 1980). Emerson e Arnold, no mesmo ano, concluíram que a quantidade de moléculas de enzimas catalisadoras, presentes na etapa não fotoquímica, são responsáveis pelo rendimento máximo da fotossíntese e não as moléculas de clorofila (HALL e RAO, 1980).

Na Universidade de Cambridge, em 1937, R. Hill constatou que a liberação fotoquímica do oxigênio pode ser separada da redução de dióxido de carbono. Mostrou que cloroplastos isolados produzem oxigênio na ausência de dióxido de carbono (HALL e RAO, 1980; RAVEN, 2007). No ano de 1941, na Califórnia, Rubem e Kamen estabeleceram o mecanismo da decomposição da água e perceberam a liberação do oxigênio como resultado dessa decomposição (HALL e RAO, 1980). Em seguida foi demonstrado por Bassham, Benson e Calvim que o dióxido de carbono era reduzido, por reações de enzimas na fase de escuro, a açúcares e que para cada molécula do gás eram necessárias duas moléculas de NADPH_2 e três de ATP. Estas moléculas já eram conhecidas na respiração (HALL e RAO, 1980).

Em 1951, laboratórios verificaram que, quando iluminadas, as folhas verdes produziam NADPH_2 e ATP e que a capacidade redutora e a energia de hidrólise dessas substâncias eram utilizadas na fase não fotoquímica para a produção de carboidratos com a redução do dióxido de carbono (HALL e RAO, 1980). Arnon, Allen e Whatleu, em 1954, mostraram que essa reação pode

ocorrer em cloroplastos isolados (HALL e RAO, 1980). Em 1960, Hill e Bendall propuseram o esquema Z para explicar a transferência de elétrons durante a fotossíntese (MAJEROWICZ, 2004) e em 1964, foram reconhecidas diversas proteínas que participam desse processo (HALL e RAO, 1980).

Retirado de BANDEIRA (2011).

CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE FOTOSSÍNTESE

Como descrito no item anterior, a construção do histórico da fotossíntese gerou dúvidas que foram fundamentais para a organização do conceito de fotossíntese, que por sua vez, era necessário para delimitarmos o que o grupo entendia sobre esse complexo processo. A partir desse conceito é que pudemos fazer recortes para construção das atividades de ensino aplicadas na ETEC Parque da Juventude.

Cada componente do grupo iria trazer uma definição de fotossíntese para que juntos pudessemos construir o nosso conceito.

As falas abaixo destacam esse processo:

Rosana: cada um traz o que definiria. Trazer um texto pequeno: A fotossíntese é....

Magda: lendo essa definição vamos ficar satisfeitos?

Rosana: devemos fazer uma definição: elaborar um texto que passe as informações relevantes dos processos. Devemos ter clareza qual é a nossa meta. Definir para servir como um guia para nós. Como ensinar é outro momento. Com base nessa definição é que vamos pensar o que deve ou não ser feito nas atividades.

Cada componente do grupo que fez sua definição a apresentou para todos os integrantes. Sabíamos que essas definições eram provisórias, mas importantes para que pudessemos avançar:

Magda: Fotossíntese é o conjunto de reações químicas integradas e complexas que nos seres que apresentam pigmentos que absorvem luz produz carboidratos. Durante o processo fotossintético o gás carbônico junto com a molécula de fórmula geral H_2X , na presença de luz e clorofila (pigmentos) pode formar carboidratos. Quando a molécula de fórmula geral H_2X , for a água ocorre a liberação de oxigênio.

Taciana: Fotossíntese é o processo realizado por todos os seres fotossintetizantes que consiste na transformação de energia luminosa em energia química juntamente com fatores externos como a água e o CO₂. O resultado desse processo se baseia na liberação de O₂ e a obtenção de energia através da glicose produzida a partir da quebra de moléculas de carbono.

Nessas duas definições ainda não fica claro quem são os seres que realizam a fotossíntese.

Juliana: Processo pelo qual seres obtêm moléculas básicas utilizadas, a partir de modificações, para todas as funções metabólicas podendo ser dividida em grupos de acordo com os reagentes e os produtos.

Talita: Fotossíntese é o processo realizado por seres que produzem pigmentos, os quais permitem a conversão do gás carbônico em compostos energéticos a partir da energia captada da luz. Sendo a água responsável pela liberação de O₂.

As duas definições acima ainda são muito genéricas.

Camila: Como explica Kraus (2005) a fotossíntese ocorre nos organismos procariontes e eucariontes, bactérias algas e plantas, que possuem clorofila principal pigmento fotoreceptivo. Esse processo é responsável por realizar a nutrição autotrófica isto é a partir de moléculas inorgânicas de óxido de carbono e água ou sulfeto de hidrogênio e energia luminosa sintetiza matéria orgânica, carboidratos como substrato energético, e liberação de oxigênio ou enxofre e água, este mecanismo é contínuo e possui duas fases uma dependente da luz diretamente e outra não dependente diretamente da luz. A equação simplificada pode ser representada $CO_2 + H_2X + Luz \rightarrow CH_2O + H_2O + X_2$ (o elemento X pode ser enxofre usado por bactérias sulfurosas ou oxigênio usado por eubactérias, algas e plantas).

Essa definição continha termos que poderiam ser simplificados.

Rosana: não escreveu uma definição corrida, preferiu destacar alguns tópicos:

- Feita por organismos autotróficos
- Usa luz e gás carbônico e água ou H₂S.
- Libera carboidrato, enxofre ou oxigênio.
- A luz é captada por pigmentos fotossintetizantes.

A partir da exposição e das discussões grupo chegou a seguinte definição:

A fotossíntese é um conjunto de reações químicas integradas e complexas. Que são realizadas por seres procariontes (algumas bactérias) e eucariontes (a maioria das algas e plantas). Estes organismos possuem um pigmento essencial chamado Clorofila A. Este pigmento é capaz de liberar e transferir elétrons a partir de estímulo luminoso (luz). Durante o processo o gás carbônico e uma molécula de fórmula geral H_2X se transformam em carboidratos, moléculas orgânicas ricas em energia (substrato energético). Estas moléculas são utilizadas pelos organismos fotossintetizantes e pelos demais seres vivos para todas as suas funções vitais. Quando a molécula geral H_2X é a água é liberado oxigênio e quando é o H_2S ocorre liberação de enxofre.

Mesmo que o grupo estivesse satisfeito com a definição acima, algumas preocupações foram destacadas:

- O risco dos alunos acabarem entendendo que a fotossíntese é apenas uma reação, isso poderia ser um obstáculo;
- A preocupação na banalização do ensino do tema fotossíntese sendo esse um dos processos mais importantes do planeta;
- O cuidado que devemos ter ao tratarmos a “sequência” de reações da fotossíntese para que não pareça algo linear.

CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS

Após decidirmos o tema, traçarmos uma linha histórica sobre as descobertas da fotossíntese e estudarmos e definirmos fotossíntese, passamos a construção do pré-teste com o objetivo de levantarmos as concepções do nosso público alvo.

Cabe lembrar que a escola Campos Salles acabou não sendo contemplada principalmente por dois motivos: a professora Sandra já havia trabalhado o assunto com seus alunos e talvez a nossa ausência de fôlego para tocar a pesquisa em duas escolas.

Então, o nosso público alvo era constituído de quatro salas, em média com 30 alunos, do primeiro ano (A, B, C e D) do ensino médio da ETEC Parque da Juventude.

O início dos nossos trabalhos teve a seguinte ênfase:

Magda: sugere que hoje podemos nos focar na parte prática e desenvolver o pré-teste. Podemos pegar as concepções levantadas pela Camila e elaborar uma questão com verdadeiro e falso, abordando as expectativas da professora Mariana.

Rosana: O pré deve buscar revelar as concepções dos alunos sobre o assunto. Para isso a elaboração do pré-teste deve se basear nas concepções que já detectamos. Em relação ao teste que sucede (pós), temos que pensar no instrumento focado na 3ª zona do perfil, para verificar se o aluno avançou.

Notamos nas falas das professoras da Universidade que as expectativas da escola parceira, na figura da professora Mariana, foram retomadas, além disso, indicou-se o caminho de integrarmos as concepções sobre fotossíntese, levantadas no TCC de Bandeira (2011), com as zonas do perfil conceitual.

Na sequência de falas abaixo podemos ter ideia da dinâmica de elaboração do pré-teste:

Rosana: se eu perguntar apenas: como a planta se alimenta? Não conseguimos captar as concepções. Ele pode responder apenas: com a fotossíntese. Podemos perguntar:

- Quem faz?
- O que utiliza para fazer?
- Como faz? Como acontece?
- O que produz?
- O que faz com aquilo que produz?

Thiago: mas o aluno pode responder simplesmente “não sei”.

Magda: mas é importante deixá-los tranquilos, aí cabe à Mariana falar sobre a atividade e as expectativas.

Fica claro que o pré-teste não tem como objetivo avaliar os alunos, no sentido tradicional, nossa preocupação era que ficassem claros nossos objetivos, inclusive para os alunos da ETEC.

Magda: retoma as concepções levantadas para procurarmos mais questões – o que faz com aquilo que produz?

Rosana: talvez a última pergunta esteja relacionada com “porque faz?”

Magda: mas aí é muito utilitarista, Lamarckista.

Marianne: e o que a gente espera que eles respondam em cada uma delas? No o que produz? Glicose? Energia? E O que faz com aquilo que produz? Produz energia?

Magda: eu espero, como mais correto: O que produz? Glicose e oxigênio. O que faz com o que produz? Respiração celular, para gerar energia.

Rosana – ensaia que respostas que seriam possíveis. Desde respostas erradas, respostas incompletas, outras mais completas.

A discussão nos leva, a partir da fala da Marianne, a pensar nas respostas, esse exercício foi muito importante para retomarmos nossa definição para fotossíntese e nossos objetivos com o pré-teste.

Rosana: o pré-teste pode ter dois momentos: primeiro - questões abertas gerais (5) e sem ter contato com as outras questões. Aí recolhemos e em seguida, momento 2, aplicamos um verdadeiro e falso.

A clareza dos momentos de aplicação do pré-teste foi muito importante para que utilizássemos as respostas de maneira não viciada, visto que se o aluno lesse as afirmações das questões fechadas (verdadeiro ou falso) sobre fotossíntese poderia influenciar sua resposta nas questões abertas.

Discutimos a elaboração de cada uma das questões até chegarmos ao resultado das questões abertas aqui apresentadas:

1ª parte

O que você entende por fotossíntese.

2ª parte

1. Quem faz a fotossíntese?
2. O que é necessário para que a fotossíntese ocorra?
3. O que é produzido na fotossíntese?
4. O que acontece com o que é produzido?
5. Considerando a resposta da questão anterior, o que acontece com o que é produzido?
6. Explique como acontece a fotossíntese em quem a realiza.

Enviamos as questões para a Professora Mariana e ela ficou em dúvida em relação às três últimas questões.

Em nossa próxima reunião retomamos as questões, como fica evidenciado na fala abaixo:

Rosana: A Mariana precisava nos dizer o que ela não entendeu exatamente. Será que foi pela forma que estava escrita, por causa do verbo 'acontece'? Por que elas são diferentes. Nós queremos que eles respondam como acontece dentro da planta, mas sem dizer que não é planta.

Após as discussões, as questões abertas, do pré-teste ficaram assim configuradas:

Nº de chamada _____ TURMA _____

O que você entende por fotossíntese

Nº de chamada _____ TURMA _____

1. Quem faz a fotossíntese?

2. O que é necessário para que a fotossíntese ocorra?

3. O que é produzido na fotossíntese?

4. O que acontece com o que é produzido?

5. Considerando a resposta da questão anterior, o que acontece com o que é produzido?

6. Explique como acontece a fotossíntese em quem a realiza.

7. Considere as duas situações a seguir:

- a) Um rato é mantido sozinho num recipiente fechado. Após seis horas é encontrado morto.
- b) Um rato é mantido num recipiente fechado com uma planta. Após seis horas ambos permanecem vivos.

Explique o que aconteceu em cada caso.

Cabe verificarmos que acrescentamos uma questão que se refere a uma situação problema, em que os alunos, precisam relacionar a fotossíntese e a respiração.

Pedimos aos alunos que colocassem o seu número de chamada e a turma para que pudéssemos relacionar as várias etapas do nosso pré-teste e desse com as atividades de ensino posteriormente aplicadas.

O fato de não termos pedido a identificação a partir do nome está diretamente ligado às questões de compromisso do grupo com o comitê de ética.

Para a construção do instrumento fechado utilizamos como base as o TCC de Bandeira (2011) e cada componente do grupo propôs frases que foram discutidas e reelaboradas.

A sequência abaixo permite verificarmos, mesmo que em parte, a dinâmica dessa construção:

Talita: Acho que devemos colocar a opção de 'não sei' [discussão no seguinte contexto: para que o aluno não seja obrigado a escolher verdadeiro ou falso quando ele não sabe]

Rosana: Também acho.

Letícia: Tem muito mais afirmações falsas do que verdadeiras.

Juliana: Precisa de um equilíbrio, pois senão os alunos começam a chutar 'certo' porque não acreditam que possa ter tantas erradas.

Rosana: Precisamos ver quais afirmações vamos escolher, pensando no perfil, temos que colocar questões dos três perfis.

Rosana: podemos nos basear no conhecimento histórico.

Taciana: Podemos ir pelo histórico, já que todos sabemos o que está no arquivo da Camila [referindo-se ao TCC de Bandeira (2011)].

Durante a construção do instrumento fechado alguns cuidados foram tomados, principalmente, nas questões relacionadas à linguagem como:

Taciana: Temos de tomar cuidado com o que o aluno entende por alimento.

Rosana: entende por alimento uma substância energética que vai ser absorvido pelo organismo. Nutrientes e vitaminas não são alimento.

Rafael: Tomar cuidado porque a água retirada do solo pode ser entendida como alimento, assim como os nutrientes do solo.

Magda: acredito que as afirmações são boas, só precisam de algumas modificações e dessa forma contemplam o que nós queremos.

A partir dessa discussão o grupo sugere, que para o futuro, poderíamos trabalhar com a diferenciação entre nutriente e alimento.

Foram vários os momentos em que o grupo teve dúvidas sobre os caminhos a serem trilhados:

Rosana: está incomodada com o pré-teste fechado, porque estamos querendo englobar muita coisa em um instrumento fechado, vamos ter trabalho para desenvolver, para analisar e não ter dados significativos/ importantes. Focar em fazer questões que pertencem a cada categoria do perfil e não a cada grupo de fatores da fotossíntese (produtos, reagente, etc.). Fazer questões como a relacionada com o solo no realismo ingênuo e que a planta purifica o ar. Estamos fazendo um instrumento sem clareza do que queremos e sem critério.

Mesmo com dúvidas, a nossa necessidade naquele momento era aplicar o pré-teste para que a dele pudéssemos elaborar as atividades de ensino.

Juliana: as atividades só podem ser elaboradas à partir das respostas ao pré-teste.

Magda: sim, a atividade só faz sentido se for elaborada desta forma. A Mariana é nossa parceira e nós podemos fazer deste pré-teste um piloto e no ano que vem reaplicar um pré-teste, que é para um novo grupo, e aí conseguir fazer a atividade.

Rosana: Na pesquisa nós nunca vamos conseguir fazer tudo, até porque trabalhamos com prazos. No doutorado ela sentiu isso, mas não tinha tempo para fazer tudo que queria, o trabalho não estava pronto, mas tinha que defender a tese.

Entender que realizar pesquisa é um processo que demanda tempo e maturidade foi bastante importante para o grupo. Trouxe maior segurança aos alunos, em ver que seus professores, têm dúvidas e incertezas.

A seguir temos as frases elaboradas pelo grupo para o instrumento fechado do pré-teste:

Nº de chamada _____ TURMA _____

1. Plantas dependem do solo, pois dele retiram seus alimentos.
() V () F () não sei
2. Na ausência de oxigênio, não ocorre a fotossíntese.
() V () F () não sei
3. Podemos dizer de modo comparativo que a clorofila é o sangue das plantas.
() V () F () não sei
4. Carboidratos produzidos na fotossíntese podem ser armazenados na forma de amido.
() V () F () não sei
5. O ADP e o NAD, produzidos na fase fotoquímica da fotossíntese são utilizados na fase química.
() V () F () não sei
6. Plantas só realizam fotossíntese na presença de luz e só respiram de noite.
() V () F () não sei
7. Na fotossíntese, ocorre absorção de gás carbônico, presente no ar, e da água, localizada no solo, para a produção de açúcares, com liberação de gás oxigênio.
() V () F () não sei
8. Além das plantas, algumas algas e bactérias realizam fotossíntese.
() V () F () não sei
9. A molécula de clorofila ao ser excitada, pela luz, transfere elétrons que são capturados por moléculas transportadoras.
() V () F () não sei
10. A água é o principal alimento das plantas.
() V () F () não sei
11. Quando há cloroplastos nos seres vivos não há presença de mitocôndrias
() V () F () não sei
12. A respiração das plantas ocorre graças aos açúcares provindos da fotossíntese.

Para que os alunos pudessem participar desse levantamento de dados foi necessário elaborar uma carta aos pais para que esses autorizassem, ou não, a participação de seus filhos. O modelo da carta está a seguir:

CARTA DE INFORMAÇÃO AOS PAIS OU RESPONSÁVEIS

Somos um grupo formado por professores e alunos da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Nossa área de atuação é o ensino de Ciências e de Biologia. Desenvolvemos pesquisas com o intuito de melhorar o ensino e a aprendizagem de temas dessas disciplinas.

No momento, vamos realizar um trabalho na escola de seu filho (a). Elaboraremos, juntamente com a professora da escola, atividades de ensino de Ciências, que serão realizadas durante as aulas.

Para tanto, solicitamos sua autorização para que seu filho (a) possa participar dessas atividades. Após a realização das atividades, as produções dos alunos, tais como desenhos e registros escritos serão recolhidos, a fim de avaliarmos a pertinência e a eficácia das atividades de ensino propostas.

Pretendemos, também, realizar entrevistas com alunos, além de filmar as aulas, para termos elementos de análise sobre a condução das atividades.

Ressaltamos que o contato interpessoal com os pesquisadores, bem como os procedimentos previstos não oferecem riscos físicos, nem psicológicos aos participantes. Ainda assim, caso haja qualquer situação de desconforto, seu filho (a) poderá cessar sua colaboração sem consequências negativas para si ou para a escola. Nesse sentido, vale destacar que nenhuma pessoa será obrigada a participar da pesquisa, podendo desistir a qualquer momento.

Destacamos que se trata de pesquisa com finalidade acadêmica e que seus resultados serão divulgados na forma de artigos científicos e em congressos da área de ensino de Ciências, obedecendo ao sigilo, sendo alterados quaisquer dados que possibilitem a identificação dos participantes, da escola ou de elementos que permitam sua identificação.

Com base no acima exposto, solicitamos seu consentimento para que seu filho (a) possa participar da pesquisa.

Quaisquer dúvidas que existirem agora ou a qualquer momento poderão ser esclarecidas, bastando entrar em contato pelo telefone abaixo mencionado.

Caso esteja de acordo com estes termos, pedimos a gentileza de preencher e assinar o Termo de consentimento Livre e Esclarecido, apresentado abaixo. Uma cópia deste documento ficará com você e outra com o(s) pesquisador (es).

Obrigada.

Magda Medhat Pechliye

Pesquisadora responsável

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Fone: 2114-8790

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o (a) senhor (a) _____, pai ou responsável pelo aluno(a) _____ da _____, após a leitura da Carta de Informação aos Pais ou Responsáveis, ciente dos procedimentos propostos, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e do explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO de concordância quanto à realização da pesquisa. Fica claro que pode, a qualquer momento, retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar do estudo alvo da pesquisa e fica ciente que todo trabalho realizado torna-se informação confidencial, guardada por força do sigilo profissional.

São Paulo,.....dede.....

Assinatura do pai ou responsável

Todo o processo de discussão e elaboração do pré-teste evidenciou a possibilidade de integrarmos as concepções sobre fotossíntese, com as zonas do perfil conceitual, com isso, aparece a demanda e o interesse das alunas Letícia Pozzuto e Taciana Borba Micheletti a desenvolverem um TCC intitulado: Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de fotossíntese (apresentado no item: TRABALHOS DERIVADOS). A fala a seguir ilustra essa proposta feita pela professora Rosana:

Rosana: o trabalho da Camila não deu conta de categorizar as afirmações de acordo com o Bachelard. Sugere para a Taciana e a Letícia montar o perfil a partir das afirmações que a Camila pesquisou [referindo ao perfil conceitual].

Rosana: o trabalho da Taciana e da Letícia é classificar e distribuir entre as zonas de Bachelard.

Notamos pela descrição que é bastante complexo elaborarmos instrumentos para coleta de dados, ao mesmo tempo é bastante produtivo.

ELABORAÇÃO DAS ATIVIDADES A PARTIR DAS RESPOSTAS DO INSTRUMENTO

Com os dados do pré-teste retomamos nosso objetivo em relação às atividades de ensino que pretendíamos desenvolver na escola:

Taciana: pergunta qual o objetivo.

Magda: retoma o objetivo definido na reunião anterior:

“Permitir que o aluno diferenciasse o processo de fotossíntese e respiração”

Verificamos quais respostas dos alunos, tanto do instrumento aberto quanto do fechado, poderiam ser úteis como ferramentas para a construção das atividades de ensino.

A título de exemplo, destacamos algumas frases retiradas do instrumento aberto do pré-teste, mais especificamente da questão: “O que você entende por fotossíntese?” Elas foram importantes, pois o grupo julgou que as

mesmas tinham potencial para inspirar a construção das nossas atividades, visto que eram claros os erros conceituais.

Fotossíntese é o processo de respiração, e também uma das formas dela adquirir energia (glicose) [...] N° de chamada: 2665 – 1° D

Fotossíntese é o processo pela qual a planta inala carbono e exala oxigênio através da luz e de clorofila, parte encontrada somente em células eucariontes vegetais. N° de chamada: 2669 – 1° D

Fotossíntese é o processo de troca dos gases das plantas, ao contrário dos seres humanos as plantas respiram gás carbônico e expiram oxigênio. N° de chamada: 2682 – 1°D.

Da mesma forma escolhemos algumas frases (1, 6, 12, 13, 18 e 19) do instrumento fechado e verificamos as frequências de respostas verdadeiras, falsa e não sei.

Questões fechadas selecionadas para análise	V				F				NS			
	1°A	1°B	1°C	1°D	1°A	1°B	1°C	1°D	1°A	1°B	1°C	1°D
Plantas dependem do solo, pois dele retiram seus alimentos (frase 1)	14	17	25	30	11	19	9	05	0	0	0	1
Plantas só realizam fotossíntese na presença de luz e só respiram de noite (frase 6)	9	16	18	18	14	19	4	15	2	1	27	3
A respiração das plantas ocorre graças aos açúcares provindos da fotossíntese (frase 12).	6	7	15	16	10	20	16	15	9	9	15	5
Na presença de luz, as plantas absorvem gás carbônico e liberam oxigênio e, simultaneamente, absorvem oxigênio e liberam gás carbônico (frase 13).	4	8	6	8	21	27	11	26	0	1	8	2
Os açúcares formados durante a fotossíntese são utilizados como fonte de energia para a respiração dos animais (frase 18).	3	6	9	3	15	18	5	28	7	12	4	5
A fotossíntese é importante, porque é a respiração das plantas (frase 19).	15	21	22	24	10	12	22	11	0	3	3	1

A partir da análise das frases e das frequências o grupo elaborou uma sequência de quatro atividades que passamos a descrever.

1ª atividade

Pensamos em oferecer aos alunos um pôster nos modelos de um congresso com o título “Respiração e Fotossíntese nos seres vivos”:

Rosana: questiona porque pensamos no pôster e complementa dizendo que quando a atividade está contextualizada, quando o aluno se insere na realidade do instrumento fica mais fácil desenvolvê-la.

O grupo concordou que a contextualização da atividade e o envolvimento dos alunos eram cruciais, no entanto decidimos que ao invés de oferecermos o pôster propriamente dito apenas o utilizaríamos como situação provocadora, como segue na comanda dada aos alunos para a 1ª atividade.

TURMA: _____ **RM 1:** _____; **RM 2:** _____; **RM 3:** _____; **RM 4:** _____; **RM 5:** _____

O contexto:

Pesquisadores reunidos no XIII Congresso Nacional de Botânica, cujo tema era Metabolismo Vegetal, apresentaram pôsteres sobre a fotossíntese e a respiração. Um grupo de avaliadores, analisando esses trabalhos, encontrou uma série de equívocos e elaborou uma lista com esses erros. Vocês, como especialistas na área, foram solicitados pelos avaliadores para ajudá-los, já que haviam publicado um texto sobre esse assunto, chamado “Metabolismo Vegetal” (Anexo 1).

Com base nesse texto, vocês devem:

- A. Analisar a lista de erros detectados;
- B. Reescrever as frases corrigindo-as;
- C. Explicar as ideias corretas de cada frase.

ERROS DETECTADOS NOS PÔSTERES

1. "A fotossíntese é o processo de respiração das plantas".
2. "Na fotossíntese as plantas pegam o oxigênio e soltam gás carbônico".
3. "A fotossíntese é o processo que limpa e renova o ar".
4. "A glicose produzida na fotossíntese não é importante para os seres vivos".
5. "A fotossíntese é o contrário da respiração, porque elas inalam CO_2 e exalam O_2 ".

B) Correção das frases:

1.
2.
3.
4.
5.

C) Explicação das ideias corretas de cada frase:

O anexo 1 citado na comanda da 1ª aula, teve como objetivo subsidiar os alunos para que os mesmos não se sentissem perdidos no momento da reelaboração das frases.

Foram selecionados alguns materiais didáticos para que se pudesse montar um texto próprio com informações pertinentes para aquela atividade. Uma das integrantes do grupo trouxe um volume de uma coleção didática chamada “Os Caminhos da Vida” (FROTA-PESSOA, 2001). Um dos textos foi adaptado com o objetivo de servir como texto de apoio. A seguir apresentamos esse material intitulado “Metabolismo Vegetal”:

“METABOLISMO VEGETAL”¹

As plantas são seres espetaculares. Podemos dizer que sobrevivem de dióxido de carbono (CO₂), água (H₂O), oxigênio (O₂), luz e sais minerais.

Com nutrientes inorgânicos, as plantas sintetizam as substâncias orgânicas que formam seu corpo. Por essa razão, são chamadas de produtoras de matéria orgânica. Nós (e aqui eu falo em nome de todos os animais) somos consumidores, pois precisamos de matéria orgânica já sintetizada para tocar nossa máquina. Em outras palavras, usamos matéria orgânica acumulada no corpo de vegetais, fungos e outros animais para construirmos nosso corpo, crescermos e nos mantermos vivos.

Assim, plantas fabricam matéria orgânica e os animais se servem delas para produzir suas próprias substâncias orgânicas. Por exemplo, a hemoglobina não existe em plantas. É fabricada no corpo do animal, a partir de moléculas orgânicas provenientes das plantas. Por isso, quanto à nutrição, dizemos que as plantas são autossuficientes (autótrofas) e os animais dependem de outros seres (heterótrofos).

Em termos de energia, quase todos os seres vivos a obtêm decompondo matéria orgânica por meio da respiração celular. Para isso, a célula promove, com suas enzimas, uma série de reações que liberam energia, chamadas

¹ Texto adaptado de FROTA, O. P. Os caminhos da vida I – Biologia no Ensino Médio: Estrutura e Ação. Editora Scipione, São Paulo, 2001. Unidade 6, página 201.

reações exergônicas. Em conjunto, essas reações utilizam moléculas de oxigênio (O_2) e glicose e produzem dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O) e energia. Essa energia é usada pela célula em outras cadeias de reações químicas, como por exemplo, na fabricação de proteínas. Conclui-se, portanto, que todos os seres vivos necessitam de energia.

Conseqüentemente, assim como os animais, as plantas também realizam respiração celular, captando constantemente oxigênio do ar e liberando dióxido de carbono para a atmosfera.

Quando os vegetais são expostos à luz, além da respiração ocorre também a fotossíntese. Iluminados, eles promovem reações endergônicas, absorvendo energia da luz para sintetizar matéria orgânica. Embora sua respiração celular continue em ação, o resultado global é absorção de CO_2 e a liberação de O_2 , porque a fotossíntese ocorre em maior escala do que a respiração celular. Se toda matéria orgânica produzida por fotossíntese fosse utilizada na respiração celular, as plantas não poderiam crescer e armazenar matéria orgânica.

Compreende-se, assim, porque os vegetais são indispensáveis à sobrevivência dos animais. O conjunto dos seres clorofilados, incluindo plantas, algas e cianobactérias, produz glicose que sustenta todas as cadeias alimentares do planeta. Além disso, libera O_2 utilizado para a realização de todas as combustões que ocorrem na Terra e para a respiração celular de quase todos os seres vivos.

2ª atividade

As ideias para a segunda atividade tinham como base o que foi feito na primeira, pois cada grupo teria que reescrever as frases corretas em cartazes e apresentá-las para a turma. Essa aula não foi realizada desta forma, pois o grupo temia que esta atividade pudesse se tornar cansativa, já que haveria comparação de resultados de vários grupos para a mesma tarefa.

Nesse caso, o grupo sugeriu que ao invés de pedirmos para a classe escrever as frases, pediríamos a eles para pensarem em um desenho. Cada grupo iria fazer a representação de uma frase, mas como tínhamos elaborado

cinco frases e eram oito grupos, algumas delas se repetiriam entre eles. Esses desenhos deveriam representar a ideia correta da frase que coube a cada grupo, conforme comanda abaixo:

Comanda da atividade 2

Façam um desenho que represente a ideia correta presente na frase que foi destinada para seu grupo.

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8
Nº da frase que consta no item B da aula 1	1	2	3	4	5	4	3	1

Para que os grupos tivessem onde consultar foram devolvidas as atividades feitas na aula 1 e o texto de apoio “Metabolismo Vegetal”.

3ª atividade

Depois de pensarmos em várias possibilidades, dentre elas, a confecção de modelos decidimos propor, para os alunos, a elaboração de pequenas cenas sobre a diferença entre respiração e fotossíntese.

Rosana – teme comandas muito gerais, pois os alunos podem ficar perdidos [referindo-se a confecção de modelos].

Taciana – sugeriu fazer pequenas cenas que representem a diferença dos processos de fotossíntese e respiração.

Rosana – comenta que então precisamos de quatro aulas, a 3ª aula seria a elaboração de um roteiro da cena e na 4ª aula os alunos se apresentam e ocorre uma discussão final.

Considerando que a cena deveria conter em média três minutos o roteiro deveria conter enredo, personagens, falas, materiais necessário e cenário.

Durante a elaboração do roteiro os professores deveriam passar pelos grupos para ajudá-los. Os alunos deveriam ser questionados e em momento

algum as respostas poderiam ser dadas pelo professor diretamente. Deveria haver mediação.

Comanda da atividade 3

Elabore um roteiro para uma cena que mostre a diferença entre a fotossíntese e a respiração. O grupo vai encenar na próxima aula. Considere que o tempo de encenação é de três minutos.

O roteiro deve conter:

- Enredo
- Personagens
- Falas
- Materiais necessários
- Cenários

4ª atividade

A proposta foi de apresentação das cenas que representassem a diferença entre a fotossíntese e a respiração. Após a apresentação de todos os grupos os professores fariam uma discussão dos principais pontos e um fechamento das atividades.

Comanda da atividade 4

O grupo vai encenar o roteiro planejado na aula anterior. Considere que o tempo de encenação é de três minutos.

DESCRIÇÃO DAS AÇÕES NA ESCOLA

Para que as ações na escola pudessem ser desenvolvidas várias questões burocráticas tiveram que ser cumpridas.

A primeira delas foi a reserva de filmadoras e de gravadores de áudio no Centro de Rádio e Televisão (CRT) para todas as datas de intervenção na ETEC Parque da Juventude.

As decisões sobre a distribuição das filmadoras e dos gravadores pode ser acompanhada no diálogo a seguir:

Rosana – lembra que precisamos ver também os equipamentos necessários para filmarmos a aplicação das atividades. O ideal seria colocarmos uma filmadora em cada grupo.

Magda – comenta que não sabe se eles emprestariam tantas filmadoras, e também não sabe dizer como levaríamos para a escola, há problemas sérios de locomoção.

Taciana – sugere que poderíamos colocar um gravador em cada grupo.

Letícia – concorda com Taci, seria ótimo se conseguíssemos colocar um gravador em cada grupo, provavelmente será mais fácil conseguirmos os gravadores.

Rosana – conclui que poderíamos filmar uma comanda geral e depois podemos centralizar em um grupo. Será uma escolha aleatória, mas será válido. Talvez a Mariana possa nos indicar um grupo.

O e-mail abaixo coloca todos os dados necessários ao funcionário do CRT:

Prezado Alexandre,

Conforme solicitado, seguem as datas para retirada e devolução do material para reserva.

Professora responsável: Magda M. Pechliye.

Como utilizamos o material em uma escola, às 7h30 da manhã, isso nos impossibilita de retirarmos os equipamentos no próprio dia de uso.

Serão necessárias: 2 filmadoras, 5 gravadores de mesa, 2 tripés pequenos.

Datas de retirada e de devolução do material:

- Retirada 6ª feira 07/10 (17h40) – Entrega 2ª feira 10/10 (14h30)
- Retirada 3ª feira 11/10 (17h40) – Entrega 5ª feira 13/10 (14h30)
- Retirada 6ª feira 14/10 (17h40) – Entrega 2ª feira 17/10 (14h30)
- Retirada 3ª feira 18/10 (17h40) – Entrega 5ª feira 20/10 (14h30)

Ainda dentre as demandas burocráticas montamos um cronograma de horários e pessoas do grupo para as intervenções na ETEC, conforme horário enviado pela professora Marina. Após a aplicação da 1ª atividade o cronograma teve que ser modificado. A seguir apresentamos os dois cronogramas.

Horários	2ª 03/10	4ª 05/10	2ª 10/10	4ª 12/10	5ª 13/10	2ª 17/10	4ª 19/10
8h00	1ºB Magda e Talita	1ºA Taciana e Juliana	1ºB Magda e Rosângela	Feriado		1ºB Magda, Talita e Rosângela	1ºA Taciana e Juliana
8h50	1ºD Magda e Talita		1ºD Magda e Rosângela			1ºD Magda, Talita e Rosângela	
9h40							
10h50					1ºC Rosana e Letícia		
11h40		1ºC Rosana e Letícia			1ºA Taciana e Juliana		1ºC Rosana e Letícia

Novo Cronograma das aulas:

Horários	2ª 03/10	4ª 05/10	2ª 10/10	4ª 12/10	5ª 13/10	2ª 17/10	4ª 19/10	5ª 20/10
8h00	1ºB Magda e Talita	1ºA Taciana e Juliana	1ºB Magda e Rosângela	feriado		1ºB Magda, Talita e Rosângela	1ºA Taciana e Juliana	
8h50	1ºD Magda e Talita		1ºD Magda e Rosângela			1ºD Magda, Talita e Rosângela		1º B Talita e Rosangela
9h40	1ºD Magda e Talita							
10h50					1ºC Rosana e Letícia			1ºC Rosana e Letícia
11h40		1ºC Rosana e Letícia			1ºA Taciana e Juliana		1ºC Rosana e Letícia	1ºA Rosana e Magda

Como podemos verificar nos horários dos cronogramas, componentes diferentes do grupo iriam aplicar as mesmas atividades para salas diferentes. Por isso, resolvemos propor comandas que permitissem certa uniformização. Essas comandas estão divididas em: “comandas para todas as atividades” e “comandas específicas por atividade”

“Comandas para todas as atividades”

- Chegar com pelo menos 20 minutos de antecedência.
- Rever o material, os gravadores, a filmadora. É importante testar os gravadores antes.
- Só temos duas filmadoras. Portanto, apenas dois grupos serão filmados em cada classe. OS GRUPOS FILMADOS NA 1ª AULA DEVEM SER FILMADOS NAS DEMAIS!
- Além de filmar os grupos, penso que seja importante filmar a comanda das aulas. Como são duas filmadoras, no início das aulas, posicionar uma filmadora para tomar imagens do professor (fundo da sala) e outra para os alunos (na frente da sala). Depois da comanda, reposicionar a filmadora do fundo, de modo as duas filmem os grupos de alunos escolhidos trabalhando.
- Após a aula, organizar o material recolhido, conferindo se está com os números de matrículas dos alunos e com o nome da turma.
- Dar orientações sobre os gravadores de mesa – devemos deixá-los ligados direto, assim que os alunos começarem a atividade.

“Comandas específicas por atividade”

PARA AULA 1

TEMPO ESTIMADO

- 5 minutos para explicação da comanda

Explicar para sala que, com base nas questões que foram respondidas por eles, o grupo elaborou aulas sobre fotossíntese e respiração. Apresentar o contexto da tarefa (o congresso...)

- 5 minutos para leitura do texto
- Entre 30 e 40 minutos para fazer a tarefa, identificar os erros, reescrever as frases e explicar as ideias corretas.

Recolher as folhas de resposta (Lembrar a turma de escrever seus números de chamada nas folhas de respostas, para que possamos conferir posteriormente).

Durante a aula:

- Cada pessoa do Mackenzie ficará responsável por quatro grupos.
- Devemos permanecer em cada grupo por volta de 5 minutos. Depois de passarmos nos 4 grupos, voltamos ao primeiro e assim por diante. É importante lembrar que não devemos dar as respostas e sim questionar os alunos sobre o que estiverem fazendo. Sugerimos que a Mariana acompanhe um dos professores.

Ao término a aula:

- Recolher a tarefa.
- Numerar a tarefa de 1 a 8 no canto superior direito (esse número se refere ao grupo)
- Conferir se os alunos colocaram seus números de matrícula e turma.

PARA AULA 2

- Divisão de tempo
 - 5 minutos para comanda
 - 20 minutos para a confecção dos desenhos
 - 25 minutos para apresentação de todos os grupos

Ao passar a comanda:

- Discutir qual é a diferença entre esquemas e desenhos. (Desenhos contem figuras).
- Devolver as atividades feitas na aula 1 e o texto de Metabolismo Vegetal, para consulta.

Durante a apresentação dos cartazes:

- Devemos fazer anotações de aspectos que julgemos importante falar para os alunos. Sugiro fazermos nossas anotações em folhas do Mackenzie, para podermos colocá-las juntas com o material de pesquisa.
- Avaliar, na hora, se é melhor deixar todos apresentarem e depois fazer a mediação. Penso que o ideal é falarmos algo sobre cada frase, durante a apresentação, mas precisamos ficar atentos ao tempo, para não correremos o risco de alguns grupos não apresentarem.
- Não esquecer de recolher os cartazes.

PARA AULA 3

- Decidimos que as folhas oferecidas para os alunos serão as timbradas (Mackenzie)
- Vale a mesma orientação de acompanhamento dos grupos da aula 1.
- Como recolheremos o roteiro precisamos lembrar os alunos da necessidade de terem duas cópias.

PARA AULA 4

- Organizar as carteiras, de modo a deixar um espaço na frente da classe para as encenações.
- Posicionar as filmadoras – uma na frente filmando os alunos que assistem e outra no fundo, filmando a cena.

As atividades foram aplicadas em todas as turmas de 1º ano do Ensino Médio da ETEC Parque da Juventude, sendo elas 1º A, 1º B, 1º C e 1º D.

Para aplicarmos as atividades elaboradas pelo grupo de pesquisa todas as turmas foram divididas em oito grupos de cinco alunos aproximadamente.

A dinâmica da divisão dos grupos pode ser acompanhada pelas falas a seguir:

Rosana – sugere solicitarmos que a Mari [Mariana] monte grupos que sejam heterogêneos, para termos uma variedade maior de ideias em cada um deles.

Rosana – diz que precisamos perguntar à Mari [Mariana] como foram montadas as salas de aula (já que lá são realizados vestibulinhos para se ingressar ao colégio), se agruparam os alunos com máxima e/ou mínima pontuação em uma só sala de aula. Já que os resultados do 1ºD foram inferiores [referindo-se aos resultados do pré-teste].

Assim, entendemos que o ideal seria montarmos os grupos mistos com bases nas respostas dadas pelo questionário do pré teste. Como não tivemos essa disponibilidade de tempo, sugerimos que a Mariana montasse previamente, para cada classe, grupos mistos, misturando alunos que tenham facilidade com alunos que tenham dificuldade de aprendizagem, mesmo que soubéssemos que essa classificação, além de artificial, não era fácil.

Todas as atividades foram filmadas e gravadas. Em cada aula que aplicamos utilizamos duas câmeras, uma filmando um determinado grupo de alunos e a outra em um grupo diferente, porém na quarta aula a filmadora ficou localizada no final da sala focalizando apenas os grupos que iriam se apresentar.

Ao término de cada atividade na ETEC voltávamos para o Mackenzie e passávamos todo material filmado e gravado para os nossos computadores.

O grupo de pesquisa não teve tempo hábil para desenvolver um pós-teste adequado principalmente por não termos tido tempo de explorar tantos dados coletados.

Nossa dinâmica pode ser acompanhada a partir das falas a seguir:

Rosana: diz que seria importante surgir trabalhos que poderiam focar nos indivíduos, ou seja, traçar um perfil para cada aluno, por exemplo. Completa questionando se o pós-teste seria o mesmo instrumento do pré-teste.

Magda: diz que poderíamos fazer alterações no pré-teste.

Além disso, já conseguíamos detectar problemas em nosso pré-teste:

Detectamos alguns problemas no pré-teste como:

Rosana: A partir da análise do instrumento fechado no TCC [referindo-se ao TCC da Taciana e da Letícia], percebemos que

Os açúcares formados durante a fotossíntese são utilizados como fonte de energia para a respiração dos animais.

() V () F () não sei

A fotossíntese é importante, porque é a respiração das plantas.

() V () F () não sei

A clorofila, pigmento presente no cloroplasto, é responsável pela captação de luz para a fotossíntese.

() V () F () não sei

Durante a fotossíntese temos a produção de carboidratos como, por exemplo, a glicose.

() V () F () não sei

Explique:

Como ocorre produção de alimento pelos seres fotossintetizantes.

Quando ocorre a produção de alimento pelos seres fotossintetizantes.

Explique:

Como ocorre a produção de energia pelos seres vivos.

Quando ocorre a produção de energia pelos seres vivos.

O pós-teste foi aplicado aos alunos pela professora Mariana e a exploração desses dados ainda é preliminar. Foram utilizados por alguns alunos na confecção dos TCC, mas precisam de um olhar mais atencioso.

A título de exemplo, descrevemos, o que os grupos do 1º ano D apresentaram na atividade 4.

1º ano D

Grupo 1

- Cada aluno era um personagem, e para representar isso, grudaram uma etiqueta na testa, além disso:
- Planta – o aluno foi enrolado com um pano verde e as reações (gerais) químicas de fotossíntese e respiração foram coladas nesse pano.
- Sol – o aluno foi enrolado em um pano amarelo.
- Gás carbônico e oxigênio (só a etiqueta na testa),

Grupo 2

- Trouxeram cartazes pequenos, o rosto pintado e lego.
- Como pano de fundo projetaram a imagem de uma floresta.
- Um dos alunos era o narrador.
- Conforme ele falava os outros alunos iam realizando as trocas, quebras e junções.

Grupo 3

- Fizeram um vídeo nos moldes de cinema mudo.
- Ficou muito interessante. Algumas imagens ficaram claras demais, mas o conteúdo ficou bom.
- A última frase em relação a respiração celular era “produz energia”

Grupo 4

- Dois alunos com cartões escritos (CO_2 e O_2)
- Encenam a partir dos erros que uma das alunas comete. Por exemplo: a fotossíntese é a respiração das plantas. Outro aluno empurra a menina que errou e corrige o conceito.
- Falam que a luz para realização da fotossíntese pode ser artificial.
- A menina que errou (propositalmente) volta a cometer outro erro: diz que fotossíntese é o contrário da respiração. É empurrada por um aluno que explica que a frase está errada.
- Um aluno representa a glicose que é comida por dois alunos um que representava o ser humano e outro que representava uma vaca.

Grupo 5

- Os alunos utilizaram pequenos cartazes que representam o CO₂, O₂, Sol, árvore.
- Diálogo entre os alunos para explicar, mais a fotossíntese, achei que a respiração ficou meio de lado.
- No final os alunos dizem que a fotossíntese renova o ar.
- Para terminar o aluno que representava o Sol diz: eu vou embora, você vai morrer?

Grupo 6

- Colocaram na lousa um cartaz representando o Sol e depois (durante a explicação) trocaram pela Lua.
- Uma aluna ficou sentada representando a planta e de cada lado um aluno segurava um cartaz. O primeiro tinha uma seta indicando a entrada de O₂ e saída de CO₂ esse mesmo aluno abanava a planta com um leque (representando o ar/ou o oxigênio?). O segundo cartaz representava os gases citados acima só que de forma invertida (fotossíntese).

Grupo 7

- Três carteiras foram encobertas com um pano amarelo (simulando talvez uma cama). Mãe e filha dialogam. A mãe pede para a filha tirar a planta do quarto. A filha pede para mãe explicar porque faz mal ficar com plantas no quarto.

Grupo 8

- O grupo pede desculpas, pois dois componentes faltaram
- Um aluno representa a planta, uma aluna representa o Sol. A planta tem papel picado em um dos bolsos da calça e em outro bolso há papel amassado. A planta representa a fotossíntese e a respiração jogando os papéis no chão. O Sol vai embora. Outro aluno entra em cena representando um cabrito que vai se alimentar de glicose.

De modo geral as apresentações forma boas, nem todas atingiram os objetivos, mas serviram para que pudéssemos discutir.

Nem sempre a diferença entre respiração e fotossíntese ficou clara nas apresentações, como por exemplo, no grupo 3. O grupo 5 e 8 parecem entender que a glicose não é utilizada pelas plantas, só pelos animais. Há confusão entre ar e oxigênio como no caso do grupo 6.

Depois da apresentação de todos os grupos começamos uma discussão:

- As frases de um a cinco foram retomadas conforme a apresentação de cada grupo;
- O nosso objetivo era desmistificar que a fotossíntese não é o processo de respiração das plantas. Essa ideia foi colocada e alguns componentes de diversos grupos explicam porque o equivoco.
- Então fica claro que a frase “na fotossíntese as plantas pegam o oxigênio e soltam gás carbônico” está errada.
- Discutimos um pouco do vídeo que o grupo 3 apresentou e ocorre o questionamento sobre a última frase deles (produz energia) é adequada.
- Mariana pergunta se a glicose tem energia contida na molécula. Então seria libera ou produz.
- Retomamos o que o grupo 4 representou e a Magda pergunta se a glicose sintetizada pela planta pode ser utilizada por ela mesma ou só pelos animais citados na cena.
- Eles respondem que a planta pode utilizar a glicose. Magda aproveita para relacionar isso com a frase 4 “A glicose produzida na fotossíntese não é importante para os seres vivos”
- Magda faz um breve resumo do que o grupo 5 apresentou e pergunta se a fotossíntese realmente renova o ar?

- Eles dizem que não, e complementam que ar com bastante oxigênio não significa ar limpo. Um aluno diz que essa confusão talvez ocorra, pois consideramos o CO_2 um gás ruim.
- Essa discussão continuou a partir da retomada do grupo 6
- Mariana pergunta qual é a composição do ar. Os alunos sabem.
- Chegamos a conclusão que as pessoas acham que a fotossíntese renova e limpa o ar por causa do oxigênio mas na realidade o ar pode estar poluído por conta de outros gases e/ou partículas.
- Magda pergunta se a partir da apresentação do grupo podemos afirmar que “A fotossíntese é o contrário da respiração, porque elas inalam CO_2 e exalam O_2 ”
- Um pouco antes disso a Magda tinha perguntado aos alunos se aquelas equações gerais que representam a fotossíntese e a respiração ocorriam numa única etapa ou em muitas.
- Ficaram em dúvida, mas a maioria disse que eram muitas reações. Magda confirma isso e diz que apesar de não ser nosso objetivo falar das várias reações era importante que eles soubessem disso.
- Uma aluna usa esse argumento (das diversas reações) para responder que os processos de respiração e fotossíntese não são contrários. Que bastava mudar algo pequeno nas reações para que eles não sejam simplesmente contrários
- Magda reforça essa ideia perguntando aos alunos em que organelas ocorre a fotossíntese e a respiração celular. Eles sabem que são cloroplastos e mitocôndrias respectivamente.
- Magda pergunta qual a relação que existe entre respiração e respiração celular.
- Uma aluna diz que poderíamos considerar que a respiração é algo macro e respiração celular é algo micro.

- Outro aluno diz que no nosso pulmão a troca de gases ocorre nos alvéolos e que isso não é macro.
- Magda interfere explicando que mais de 90% dos seres vivos obtêm oxigênio (de diversas formas diferentes como “pele”, brânquias, traqueias, pulmões, etc.) que é utilizado na respiração celular.
- Mariana complementa que as plantas também obtêm oxigênio (estômatos).
- Magda faz um breve resumo do que o grupo 7 apresentou e retomamos a ideia de tirar ou não a planta do quarto.
- Uma aluna diz que uma planta só não tem problema, mas muitas plantas podem fazer mal.
- Uma aluna interfere e diz que não importa o número de plantas, mesmo porque os seres humanos têm um ritmo respiratório maior do que a planta e nem por isso precisam sair do quarto.
- Mariana retoma o exemplo do rato colocado em baixo de uma campânula com e sem planta.
- Magda retoma o que o grupo 8 apresentou e nesse momento um aluno pergunta o que aconteceria com uma planta colocada no escuro? Ela morreria?
- Outro aluno diz que já fez um experimento e planta no escuro cresceu mais do que a planta que ficou sob a luz. Só que no 1º caso a planta ficou sem cor.
- A explicação que eles encontraram é que a planta cresce mais em busca da luz.
- Magda diz que esse crescimento depende de hormônios, mas que não era momento de discutir isso.
- A Mariana questiona os alunos sobre a ausência da clorofila nas apresentações.

- Nesse momento alguns alunos dizem que clorofila é o pigmento verde das plantas.
- Magda pergunta se a clorofila não fosse verde e fosse de outra cor.
- Uma aluna diz que quando estamos de roupa preta absorvemos maior quantidade de energia. A cor verde permite a planta certa absorção compatível com o processo da fotossíntese.
- Um aluno pergunta, então, porque não poderia ser outra cor que absorvesse maior quantidade de energia.
- Magda diz que talvez (e deixo claro que essa é uma hipótese que eu “inventei”). Durante a evolução devem ter existido plantas com pigmentos e colorações diferentes, mas aquelas com clorofila (absorveram quantidade de energia luminosa adequada) e foram escolhidas. Isso me fez perguntar aos alunos se plantas que não são verdes fazem fotossíntese.
- Eles respondem que sim.
- Magda continua perguntando, mas elas têm clorofila?
- Os alunos ficaram em dúvida.
- Magda diz que apesar da clorofila outros pigmentos estão presentes.
- Uma aluna pergunta se a taxa de fotossíntese das plantas não verdes é menor do que nas plantas verdes.
- Magda explica que há plantas com processos fotossintéticos especiais (plantas CAM, por exemplo), mas que acho que a clorofila das plantas não verdes é suficiente para a adaptação delas ao ambiente.

A partir dos questionamentos feitos pela Mariana e pela Magda podemos notar que como era nossa finalidade diferenciar os processos de respiração e fotossíntese, os alunos repetiam esse discurso, mas nem sempre as dúvidas

foram realmente sanadas. Não entendemos que isso seja ruim visto que o processo de desconstrução e de reelaboração de conceitos é longo, complexo e não linear.

AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES NA ESCOLA

Durante o processo de intervenção na ETEC Parque da Juventude duas componentes do grupo de pesquisa anotaram suas impressões e as impressões de alguns alunos a partir de questionamentos. Isso pode nos ajudar a avaliar nosso desempenho e nos dar pistas para futuras intervenções.

As impressões da Magda em relação a 1ª atividade foram:

- O tempo da aula 1 foi insuficiente para a proposta que fizemos, por isso, no 1º B a Mariana vai dar continuidade a aula 1 pelo menos por mais 15 minutos;
- No 1º D isso não será possível, pois tivemos que dar continuidade já que a aula era dobradinha;
- No 1º D demos mais uns 15 minutos do que seria a aula 2 e no final das contas só 15 minutos para a mediação, o que foi pouco;
- Quatro aulas parecem ser insuficientes para darmos conta de mudar alguns conceitos e definições que estão arraigados por longo tempo;
- Esquecemos de avisar que nas cartolinas é importante que se coloque o nº do grupo e a série;
- Antes de gravar e/ou filmar devemos verificar se já há coisas gravadas e/ou filmadas, é melhor apagar tudo, assim a nossa organização fica mais fácil (tanto para passar os arquivos para o computador, quanto para utilizar depois como fonte de dados);
- As filmadoras ficaram fixas em dois grupos (em cada série). Achamos difícil ficar movimentando as mesmas;
- Perdemos a gravação em áudio de um dos gravadores (não gravou), ao retirarmos os gravadores e filmadoras para os próximos registros deve verificar se estão funcionando.

Podemos notar que a maior parte das impressões nos leva a avaliar que precisamos pensar melhor no processo de coleta de dados e principalmente na previsão do tempo necessário.

Era importante para o nosso grupo saber o que os alunos acharam sobre as frases da 1ª atividade. No primeiro ano B os grupos se manifestaram da seguinte maneira:

- Grupo 1 – Acharam as questões fáceis. Dizem que o difícil será justificar cada uma das frases.
- Grupo 2 – Acharam as questões fáceis. Dúvidas que os alunos levantam: a fotossíntese só acontece na presença de luz? Os alunos dizem que as plantas não purificam o ar, pois elas liberam CO_2 .
- Grupo 3 – Em relação a frase entenderam que algumas são óbvias outras nem tanto.
- Grupo 4 – Nem sempre as frases parecem erradas. Por exemplo: a frase 1.
- Grupo 5 – Concordaram que todas as frases estão incorretas. Uma aluna pergunta sobre a frase 2 e diz que acha aprendeu errado.
- Grupo 6 – Acharam que todas as frases estavam mesmo erradas. Na frase 3 ficaram com dúvida, dizem que está errada, pois ela não só limpa e renova o ar.
- Grupo 7 – Esse grupo estava discutindo a frase 5. A polêmica estava no fato do grupo achar que a fotossíntese e a respiração são processos contrários.
- Grupo 8 – idem ao grupo 7

Já no primeiro ano D tivemos:

- **Grupo 1** – Sentiram dificuldade nas frases 1 e 5 e acham que o texto está ajudando.
- **Grupo 2** – Tiveram dúvida nas afirmações 3 e 5. No caso da frase cinco tive que reafirmar que a fotossíntese e a respiração não eram processos contrários. A mediação foi no sentido de explicar que as reações

químicas são muito complexas e que na realidade o fato de na fotossíntese o gás carbônico ser consumido e o oxigênio liberado, e na respiração ser ao “contrário” não faz com que essas reações químicas complexas possam ser consideradas contrárias.

- **Grupo 3** – Todos os alunos tiveram dúvidas na frase cinco e dois deles na frase três. Mesmo com dúvida o grupo não aceitou a mediação.
- **Grupo 4** – Disseram que estavam com dúvida na frase 3, mas preferiram discutir sem a minha presença.
- **Grupo 5** – No início da mediação disseram que estava tudo bem e que não tiveram dúvidas em relação às frases. Com um pouco de conversa revelaram que a frase um causou dúvidas. A maioria achava mesmo que a fotossíntese é o processo de respiração das plantas. Uma das alunas utilizou o texto para dizer aos colegas que não era isso.
- **Grupo 6** – Disseram que não tinham duvidas nas frases, mas que achavam difícil justificar a 3.
- **Grupo 7** – Acharam que a frase 3 estava correta e que o texto não ajudou muito no esclarecimento das dúvidas
- **Grupo 8** – Idem ao grupo 4 .

A partir das manifestações dos componentes do grupo podemos detectar a complexidade de confrontar ideias diferentes para um mesmo conceito. Parece que não aceitar a mediação está relacionado ao medo de se expor. No grupo 5 do 1º B, quando a aluna diz que acha que aprendeu errado, parece que, mesmo parcialmente, ela toma consciência do seu próprio processo de aprendizagem.

As impressões da Rosangela em relação a 2ª atividade foram:

- Concordo com a Mariana, a Magda relatou muito bem o que aconteceu;
- Com relação as minhas anotações no 1ºB basicamente a maior dificuldade era por ter dúvidas de como representar a fotossíntese;
- O grupo 8 estava argumentando que os animais também interferem no meio ambiente e pode influenciar o processo de fotossíntese;
- O grupo 2 estava com dúvida por não saberem como a planta absorve a luz e um próprio aluno do grupo tentou explicar comparando com a

forma que ela absorve água, mas a aluna que estava com dúvida disse que água é matéria e luz não;

- Com relação ao 1ºD o grupo 6 e o grupo 4 estavam confundindo os processos de fotossíntese e respiração e queriam representar a fotossíntese ocorrendo de dia e a respiração à noite. Falei para Magda que eles estavam confundindo e quando ela entrevistou e os questionou eles conseguiram responder corretamente;
- Eles usaram muito bem a criatividade, o grupo 8, por exemplo, quer representar o oxigênio da fotossíntese com bolhas de ar e a respiração com papéis pretos. Acho que vão aparecer coisas muito interessantes;
- Uma observação importante é que a comanda tem que ficar muito clara em relação às anotações do roteiro da cena porque eles estavam anotando somente na folha do Mackenzie e alguns grupos gastaram bastante tempo passando para uma folha que pudesse ficar com eles.

A partir das impressões da componente do grupo de pesquisa podemos notar a importância da formação continuada quando surgem dúvidas e inseguranças no processo de mediação.

As impressões da Magda em relação à 2ª atividade no 1º ano B foram:

- Retomei o trabalho e enquanto a Talita passava a comanda na lousa eu fui explicando.
- A confecção das cenas transcorreu bem, parece que eles não tiveram dificuldade. Mas isso pode ser só impressão.
- Conforme fui passando nos grupos percebi que era importante fazer um comentário. Na realidade antes fiz uma pergunta: Todos os seres vivos respiram? Essa pergunta tinha como objetivo alertá-los de que a representação de um animal (e muitas vezes o ser humano) como alguém que respira poderia reforçar alguns equívocos.
- Passei em todos os grupos e fiz a seguinte pergunta: Quais as dificuldades enfrentadas em relação à proposta feita?

Os grupos se manifestaram da seguinte maneira:

- Grupo 1 – Acham que a maior dificuldade é o tempo (pouco);
- Grupo 2 – Idem;
- Grupo 3 – Comentam que tiveram dificuldade em relacionar esse conteúdo com a outra frente de Biologia que a Mariana trabalha;
- Grupo 4 – Tiveram dificuldade em colocar o conteúdo na forma de cena. Nesse grupo fiquei mais um pouco, pois eles perguntaram algumas coisas. Exemplo: não há alunos suficientes para representar tudo que eles querem (sugeri que representem uma planta em cartolina ou até tragam uma plantinha).
- Grupo 5, 6, 7 e 8 – não tiveram dificuldade *
*pelo menos é o que declararam

Os nossos últimos encontros com as turmas perguntamos aos alunos o que eles acharam sobre a dinâmica da intervenção, destacamos duas alunas que se manifestaram dizendo:

Aluna 1: gostei muito, pois tive dúvidas que normalmente não aparecem.

Aluna 2: normalmente a gente decora conteúdo que é depois cobrado o modo como vocês propuseram nos permite pensar e reformular conceitos.

A avaliação dessas alunas nos leva a considerar que mesmo com falhas as atividades permitiram aos alunos alguns questionamentos importantes.

A preocupação dos alunos era de não veicular aos colegas ideias equivocadas. Ainda no contexto do último encontro duas alunas perguntaram se glicose era energia. Continuar com a pergunta: quando a fotossíntese ocorre há produção de alimento ou energia?

Esse questionamento tão importante, provavelmente, não teria sido feito em aulas que as informações sobre o assunto fossem apresentadas de maneira repetitiva e mecânica.

Em uma das nossas últimas reuniões do semestre (2011) fizemos uma avaliação sobre o trabalho desenvolvido na ETEC e sobre o andamento do

nosso grupo de pesquisa, de maneira geral os componentes do grupo tiveram boas impressões.

Mariana: comentou sobre a avaliação que realizou com os alunos quanto às atividades aplicadas, disse que foi muito bacana o detalhamento que realizaram sobre as atividades, comentaram sobre cada uma delas. Quanto ao conceito de fotossíntese comentou que de modo geral não houve muitos erros conceituais nos pós-teste. Que o resultado foi muito bom.

Para o grupo é importante ter uma devolutiva positiva da professora, que representa a escola parceira. Nesse sentido, criou-se um vínculo que possibilita a continuidade do nosso trabalho, como no caso dos estágios supervisionados obrigatórios.

Alguns componentes do grupo destacaram a dificuldade de fazer mediação em que não se dê as respostas prontas aos alunos, e sim, os leve a refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem, além disso, aparece a ideia de que quanto mais sabemos sobre determinado conceito mais fácil fica a mediação:

Taciana: comentou que sentiu dificuldade na mediação, e talvez uma preparação para isso seria bastante interessante. Poderia até ter sido por causa da falta de experiência.

Talita: disse que ficou com muito medo na hora da mediação, os alunos pareciam perceber que não tínhamos tanta experiência, talvez por nossa postura.

Camila: comentou que o que a Letícia falou da mediação me lembrou de quando estávamos estudando sobre a fotossíntese, e é bem mais fácil mediar se você souber o conceito que está tratando.

A união entre teoria e prática foi destacada por alguns componentes do grupo como algo bastante positivo:

Juliana: comentou que foi o semestre que mais gostou, por ser muito diferente do estágio e até da escola que leciona. É muito difícil discutir com outros colegas de trabalho sobre o que acontece na escola, já ninguém que se disponha a ajudar no desenvolvimento de atividades que pudessem melhorar ou facilitar o ensino de alguns conceitos e tal.

Rosângela: A forma que se organizou foi produtiva, não pesou para ninguém. O contato com os alunos foi muito bacana, além

de que sempre desenvolvemos atividades, mas nunca conseguimos aplicar.

Talita: foi muito importante ver na prática como deve ser feito, porque durante o curso de licenciatura não conseguimos colocar em prática. Claro que melhoraremos.

A experiência da sala de aula na formação inicial de professores pode permitir benefícios até na própria postura desses futuros professores na sala de aula da universidade:

Magda: comentou que com o contato na sala de aula foi possível perceber que as alunas [referindo-se a Talita e a Rosângela] perderam um pouco a timidez em apresentações, em sala de aula, tiveram mais coragem em dar opiniões e ideias.

TCCS e PIBICS DERIVADOS DO TRABALHO

Dois dos objetivos propostos pelo grupo de pesquisa foram: formar um grupo colaborativo e cooperativo entre professores universitários, alunos de graduação e docentes da escola básica e criar um espaço de formação que permita a reflexão de todos os envolvidos sobre suas concepções de Ciência e reflexos das mesmas nas atividades de ensino de ciências e de biologia. Nesse sentido consideramos importante destacar as produções obtidas até o momento com **x** Trabalhos de conclusão de Curso (TCC) e um PIBIC.

Sob a orientação da professora Magda Medhat Pechliye temos:

Alunos	Título	Defesa ou apresentação
Camila Martins da Silva Bandeira (1)	A importância das algas e bactérias no ensino de fotossíntese	Será apresentado em setembro na VIII Jornada de Iniciação Científica
Luiz Fabio Dimov e	Uma sequência de atividades	Junho de 2012

Rosangela Castro de Jesus (2)	sobre fotossíntese em uma escola estadual na cidade de São Paulo	
Luiz Fabio Dimov, Magda Medhat Pechliye e Rosangela Castro de Jesus (3)	Mediação pedagógica em uma atividade sobre fotossíntese em uma escola básica	Resumo expandido submetido ao 1º Seminário Linguagens, interações e aprendizagens: reflexões sobre a função mediadora do professor.
Rafael Mantuaneli Ferraro (4)	Respiração e respiração celular: as concepções alternativas em trabalhos acadêmicos	Junho de 2012

CAMILA MARTINS DA SILVA BANDEIRA

A IMPORTÂNCIA DAS ALGAS E BACTÉRIAS NO ENSINO DE FOTOSÍNTESE (1)

Apoio: PIVIC Mackenzie/Mackpesquisa

Destinamos para esse estudo, com base em trabalhos acadêmicos e respostas de estudantes de uma escola pública da cidade de São Paulo, examinar como as algas e bactérias são discutidas no ensino de fotossíntese. Percebemos que em ambas as direções esses organismos não estão inclusos e quando citados são apresentados de modo bastante pontual. As consequências disso são significativas, pois estes seres são os principais organismos fotossintetizantes, capazes de manter todo o sistema do meio ambiente equilibrado e oferecendo para a natureza benefícios incomparáveis. Além disso, um assunto como a fotossíntese, que é considerado complexo e também como a atividade evolutiva mais importante do nosso planeta, não deve ser abordado de modo incompleto, como verificado em nossa pesquisa. Neste sentido, é imprescindível que os organismos em questão sejam inclusos

substancialmente nesse ensino, com o intuito de compreender os processos de desenvolvimento da Terra, as suas atividades e conseqüentemente todas as suas importâncias.

Palavras-chave: algas e bactérias, ensino de fotossíntese.

LUIZ FABIO DIMOV e ROSANGELA CASTRO DE JESUS

UMA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES SOBRE FOTOSSÍNTESE EM UMA ESCOLA ESTADUAL NA CIDADE DE SÃO PAULO (2)

O interacionismo é a base epistemológica do construtivismo. Uma sequência de aulas sobre fotossíntese valorizando o interacionismo foi aplicada em uma escola na cidade de São Paulo e as interações dos alunos aos desenvolverem as atividades propostas em grupos foram gravadas em áudio e vídeo. Estas gravações foram transcritas literalmente e na íntegra e a partir dos dados obtidos tivemos como objetivos: (1) realizar uma análise microgenética a partir de interações que ocorreram durante as atividades sobre fotossíntese e (2) detectar obstáculos epistemológicos e ontológicos apresentados pelos alunos durante esta sequência de atividades. Assim, foram selecionados 6 episódios de ensino temáticos, os quais contem ao todo 18 episódios menores que chamamos de sequências, das interações de um grupo de cinco alunos do ensino médio que participaram das quatro aulas da sequência aplicada. Os episódios foram analisados sob uma perspectiva microgenética das interações em que se discutiam metodologias de trabalho e/ou desenvolvimento de ideias sobre fotossíntese. Nesta análise tivemos como resultados que as interações entre alunos e entre professores e alunos, bem como a mediação dos professores foram fundamentais para o encaminhamento e desenvolvimento das atividades e das discussões. Contemplando o segundo objetivo, identificamos um obstáculo epistemológico relacionado à experiência primeira, outros quatro à generalização do conhecimento, um relacionado ao conhecimento com características unitárias e outro à características pragmáticas. Em relação aos obstáculos ontológicos identificamos a atribuição de características da subcategoria “Eventos” à fotossíntese que pertence à

subcategoria “Interação Acausal” e atribuição de características da categoria “Matéria” à luz que é ontologicamente distante.

Palavras chave: fotossíntese, análise microgenética, obstáculos epistemológicos.

LUIZ FABIO DIMOV, MAGDA MEDHAT PECHLIYE E ROSANGELA CASTRO DE JESUS

MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA EM UMA ATIVIDADE SOBRE FOTOSSÍNTESE EM UMA ESCOLA BÁSICA (3)

Introdução

Para que o aluno aprenda, há necessidade da elaboração de uma representação pessoal, por parte desse, referente ao conteúdo do objeto de aprendizagem (COLL e SOLÉ, 2006). Essa elaboração ocorre a partir dos conhecimentos anteriores que os alunos já têm. Os novos conhecimentos são correlacionados com os anteriores de maneira a ganhar diversos graus de significado. As correlações feitas não são automáticas, dependem de um processo ativo dos alunos e da mediação do professor.

Para Machado (2004) mediar relações significa que o professor deve ir à busca da construção de significados, não cabe a imposição das percepções do professor e sim mediação a partir de negociação com o objetivo principal de convencer os alunos quanto à relevância do tema em discussão.

Segundo Vygotsky (2000) o ser humano constitui-se ser social ao se apropriar e elaborar conhecimentos a partir de processos mediados. É na interação com outros seres humanos e pela/na linguagem que esse processo ocorre.

Gaspar (2009) ao citar a importância das atividades experimentais para Vygotsky destaca a interação social não se dá por meio de qualquer discussão, qualquer conversa entre alunos no pátio da escola. Pois, ela deve ser assimétrica, isto é, dela deve participar pelo menos um parceiro mais capaz, em relação ao conteúdo da interação, que possa orientá-la de modo intencional a fim de se construir novos conceitos.

O objetivo desse trabalho é analisar a mediação pedagógica de uma professora universitária em atividades realizadas na escola básica.

Metodologia

O presente resumo teve origem de um trabalho mais amplo que tinha como objetivos: realizar uma análise microgenética² a partir de interações que ocorreram durante uma sequência de atividades sobre fotossíntese e detectar obstáculos epistemológicos e ontológicos³ apresentados pelos alunos durante esta sequência de atividades. Dessa forma, temos o presente trabalho como recorte de episódios de ensino analisados nestes contextos, porém com o intuito de se analisar a intervenção da professora mediadora da atividade.

Os episódios de ensino utilizados foram obtidos de transcrições literais de uma sequência de atividades aplicadas em turmas de primeiro ano do ensino médio. Em grupos, os alunos desenvolveram as atividades propostas que consistiam em uma primeira etapa analisar, reescrever e explicar o porquê de cinco frases incorretas sobre fotossíntese. Em uma segunda aula cada grupo elaborou um desenho que representasse a ideia corrigida de uma das frases discutidas na aula anterior. Nas duas últimas aulas desta sequência os alunos fizeram um roteiro e apresentaram uma cena que representasse a diferença entre os processos de fotossíntese e respiração.

Como resultados, temos trechos de diálogos de um grupo de alunos que elaborou um desenho que representasse a ideia corrigida da frase: a fotossíntese é o processo que limpa e renova o ar. Durante as discussões ocorreu a elaboração conceitual sobre o processo de fotossíntese a partir de discussões mediadas por uma professora universitária que desenvolveu esta atividade em uma escola técnica da cidade de São Paulo. Alguns trechos dos diálogos serão apresentados seguidos de suas respectivas análises.

Resultados e Análise

² Análise microgenética: análise minuciosa do processo de elaboração conceitual a partir de interações discursivas.

³ Obstáculos: (i) epistemológicos: barreiras que causam estagnação do conhecimento durante o processo histórico de sua elaboração. (ii) ontológicos: barreiras que dificultam a aprendizagem por equívocos relacionados às propriedades e constituição das coisas.

Professora: Vocês tem que dizer que a fotossíntese não limpa e nem renova o ar, por quê?

1: Porque o oxigênio que ela libera é proveniente da água e não do CO₂.

Professora: E daí?

Neste primeiro trecho do episódio percebemos que a ideia inicial do aluno está ligada a uma questão conceitual forte proveniente da teoria sobre fotossíntese que parece ser memorizada. Sabemos que essa ideia da origem do oxigênio é de um texto de apoio que foi fornecido durante a aplicação da atividade. Como primeira intervenção da professora há uma desequilibração ao perguntar: *E daí?* Que indica aos alunos que a ideia é insuficiente para designar a verdadeira explicação da pergunta.

5: Daí que ela libera o que ela não utiliza.

Professora: A planta não usa o oxigênio?

2: Usa, não no processo da fotossíntese.

Professora: Usa quando?

2: No processo de respiração.

Podemos notar neste trecho que a professora questiona o aluno sobre suas ideias do oxigênio e procura buscar respostas.

Professora: Para respirar. Então tá, por que renovar o ar? Deixa eu entender por que vocês falaram que ela não renova. Vocês disseram assim, ela não renova porque ela não tá usando, o gás carbônico que ela usou, ela retirou o gás carbônico, certo? E ela fez o que com o gás carbônico?

2: Ela usou para produzir glicose.

Neste trecho temos a organização da ideia realizada pela professora, porém percebemos que ela não dá a resposta.

Professora: Ela usou para produzir glicose e soltou o oxigênio que ela falou que veio da água.

1: Isso.

Professora: E qual é o problema da renovação aí? Por que ela não renova o ar? Eu não entendi ainda.

Novamente há questionamento, a professora provoca os alunos a reponderem sobre a questão da renovação do ar que não estava clara para ela ainda.

1: Eu acho que você só renova, quando você pega uma coisa usada [...]

2: [...] e transforma ela em outra.

Professora: Aí ela é útil de novo, é isso?

5: Como se fosse uma reciclagem.

Professora: Vocês estão dizendo que a renovação, é ela pega alguma coisas e transformar em algo útil. Útil para quem?

1: Para gente.

Professora: Para gente? Então vocês estão dizendo assim, se ela não faz isso. Aí a pergunta é [...] por isso que ela que ela não renova, porque ela pega gás carbônico, libera oxigênio, só que esse oxigênio não é utilizado, por isso vocês estão dizendo que ela não renova, é isso?

1: Calma, você foi rápido de mais.

Professora: De novo, de novo, primeiro a frase. Vocês me disseram que renovar o ar significa transformar esse ar, que de alguma forma suponho, que não estava tão bom em um ar melhor. O que é um ar melhor?

1: Um ar respirável.

Neste trecho final observamos novamente questionamento e organização das ideias. O intuito da atividade era que os alunos explicassem o porquê a fotossíntese não renova o ar, porém com o decorrer da atividade percebemos que ocorreram muitas dúvidas tanto dos alunos quanto da professora.

No processo de ensino-aprendizagem tem-se a explicação e pressupostamente o aluno entende. Porém, posteriormente aparecem dúvidas nos diálogos que antes não existiam, da mesma forma que temos neste episódio estudado. Com isso o processo de mediação é importante, pois há um

diálogo sem a entrega de respostas que geram dúvidas e que com algumas discussões permite que algumas destas sejam esclarecidas.

Palavras chaves: Mediação pedagógica, Fotossíntese e Formação de conceitos.

RAFAEL MANTUANELI FERRARO

RESPIRAÇÃO E RESPIRAÇÃO CELULAR: AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS EM TRABALHOS ACADÊMICOS (4)

Conhecer as relações envolvidas no processo de ensino aprendizagem tem significativa importância para o professor que procura desmistificar o conhecimento junto com seus alunos fazendo mediações ricas em reflexões, que promovem não só o aprendizado mais o entendimento dos conceitos. Assim, um caminho a ser seguido pode ser o levantamento conjunto das diversas interpretações dos educandos acerca dos conceitos trabalhados na escola, com a finalidade de identificar as ideias dos alunos e elucidar os conceitos com base científica. Consideramos que estas compreensões são importantes para a construção do aprendizado, portanto, nesta pesquisa, buscamos agrupar as concepções alternativas sobre o conceito de respiração e respiração celular, dado que muitos educadores consideram estes assuntos de abordagem complexa. Para reunir estas compreensões realizamos a busca de trabalhos em periódicos qualis A e B, Google Acadêmico e Biblioteca Digital de Teses e Dissertações. Analisando os 16 estudos escolhidos, obtivemos 71 concepções alternativas, que foram agrupadas em dez categorias. As duas concepções mais frequentes foram a de que “*Respiração é uma troca gasosa com o meio ambiente*” e a de que “*As plantas não respiram*”. Podemos identificar com os resultados desta pesquisa um grande número de concepções alternativas, sobre fenômeno da respiração, expostas pelos sujeitos das pesquisas estudadas. Concluindo, é possível desenvolver atividades diferenciadas para o ensino dos conceitos estudados de forma contextualizada, a partir do conhecimento destas concepções tornando o aprendizado dos estudantes mais significativo.

Palavras chave: Respiração, respiração celular, concepções alternativas, ensino e aprendizagem.

Sob a orientação da professora Rosana dos Santos Jordão temos:

Alunos	Título	Defesa
Camila Martins da Silva Bandeira (1)	A fotossíntese: estudo das concepções alternativas	Junho de 2011
Camila Martins da Silva Bandeira (2)	A fotossíntese: estudo das concepções alternativas.	Dezembro de 2011
Letícia Pozzuto e Taciana Borba Micheletti (3)	Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de fotossíntese	Dezembro de 2011
Leonardo Pires de Santana e Talita Aline de Brito Mortale (4)	Energia: levantamento das concepções alternativas	Junho de 2012

CAMILA MARTINS DA SILVA BANDEIRA

A FOTOSSÍNTESE: ESTUDO DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS (1)

Sabendo que os sujeitos possuem diversas interpretações para os conceitos aprendidos no ambiente educacional e que estas compreensões são importantes para a construção do aprendizado, nesta pesquisa, procuramos reunir as concepções alternativas sobre o conceito de fotossíntese, por ser um tema considerado de difícil abordagem para muitos educadores. A reunião destas compreensões foi realizada a partir da busca de trabalhos em periódicos qualis A e B, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações e Google Acadêmico. A partir da análise dos 21 estudos selecionados e a reunião de 104 concepções alternativas obtivemos oito categorias. A concepção mais frequente foi a de que “A fotossíntese é a respiração das plantas” e a segunda é a de que “A fotossíntese só ocorre de dia e as plantas só respiram de noite”.

Os resultados desta pesquisa evidenciam a enorme gama de concepções alternativas, sobre este fenômeno, apresentadas pelos indivíduos estudados. Julgamos que o conhecimento destas concepções possa contribuir para a elaboração de atividades inovadoras para o ensino desse tema e torná-las mais significativas para o aprendizado dos estudantes. Finalizando, esta pesquisa, pretende contribuir para que o processo de ensino e aprendizagem, principalmente para que o conceito de fotossíntese se torne mais adequado e amplo, de acordo com o conhecimento atual e visando um ensino contextualizado e dinâmico.

Palavras chave: Fotossíntese, concepções prévias, ensino e aprendizagem.

CAMILA MARTINS DA SILVA BANDEIRA

A FOTOSSÍNTESE: ESTUDO DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS (2)

Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação (ENPEC)

LETÍCIA POZZUTO E TACIANA BORBA MICHELETTI

UMA PROPOSTA DE PERFIL CONCEITUAL PARA O CONCEITO DE FOTOSSÍNTESE (3)

O presente trabalho atendeu à necessidade de se compreender os problemas presentes no ensino de Biologia, especialmente em relação ao conceito de fotossíntese. Optamos por analisar essa temática por meio da integração da história de formação desse conceito, de doutrinas filosóficas e das concepções alternativas de alunos do ensino médio. Nosso objetivo era propor um perfil conceitual para o conceito de fotossíntese. Um teste foi elaborado e aplicado nos 1º anos do Ensino Médio de uma escola técnica de São Paulo. As concepções alternativas dos alunos sobre esse conceito foram identificadas e utilizadas na elaboração de seu respectivo perfil conceitual, contendo cinco zonas classificadas por nós como: Externa; Interna; Funcional; Relacional (subdividida em Relacional de Variáveis e Relacional de Processo) e Complexa. Além disso, identificamos obstáculos epistemológicos e ontológicos que evidenciam lacunas e conflitos que dificultam a construção do conhecimento do conceito de fotossíntese durante o processo de ensino e

aprendizagem. Palavras chave: fotossíntese, perfil conceitual, obstáculo epistemológico, obstáculo ontológico, ensino e aprendizagem de Biologia.

LEONARDO PIRES DE SANTANA E TALITA ALINE DE BRITO MORTALE

ENERGIA: LEVANTAMENTO DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS (4)

O presente trabalho tem por objetivo levantar as concepções alternativas de energia publicadas na literatura acadêmica nos últimos 20 anos. Para cumprir com tal intento, realizamos uma pesquisa com essa temática em revistas acadêmicas de ensino e educação, classificadas pela Capes nos estratos A e B, além de buscas em sites de pesquisa e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações. Os resultados demonstraram que poucas pesquisas têm sido realizadas investigando as concepções alternativas de energia apresentadas por professores ou publicadas em livros didáticos. Embora tenhamos encontrado um número significativo de trabalhos que investigaram as concepções alternativas dos estudantes, apenas 10 trabalhos trouxeram essas ideias explicitadas em seus resultados, discussões ou conclusões. As concepções alternativas de estudantes presentes nas publicações selecionadas foram agrupadas em dez categorias de acordo com as ideias explicitadas. Com base nessa categorização, foi possível perceber que os estudantes têm dificuldades para compreender o que seria energia, diferenciar suas formas e entendê-la como uma abstração, pois muitas concepções indicaram que eles tendem a materializá-la. Além disso, foi possível concluir que o ensino de energia tem sido pouco contextualizado e trabalhado de modo isolado, predominantemente na disciplina de Física. Concluimos, também, que poucos alunos relacionam a energia a Ecologia, o que poderia dificultar o seu entendimento em processos biológicos.

Palavras-chave: Concepções Alternativas, Energia, Ensino e Aprendizagem, Fluxo de Energia.

PRÓXIMOS PASSOS

O grupo pretende continuar aprofundando o referencial teórico apresentado nesse relatório e propor perfis conceituais para novos conceitos como: alimentos, nutrientes, energia, etc.