



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



OFICINA DE BIODIESEL: UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Carla Eliana Todero Ritter* (PG)¹, Fabiana Pauletti (PG)², Marcelo Prado Amaral Rosa (PG)³, Roniere dos Santos Fenner (PG)³. *cetritter@ucs.br

¹ Doutoranda em Biotecnologia na UCS – Universidade de Caxias do Sul.

² Mestranda em Educação na UCS – Universidade de Caxias do Sul.

³ Doutorando em Educação em Ciências na UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Palavras-Chave: oficina, estratégia, ensino.

Área Temática: Experimentação no Ensino

RESUMO: UMA FORMA DE ULTRAPASSAR AS FORMAS TRADICIONAIS DE ENSINO É A BUSCA POR ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM QUE DESPERTEM O INTERESSE DOS ESTUDANTES PARA ÁREAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS. ATRAVÉS DE UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS, FOI REALIZADA NA UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL A OFICINA DE BIODIESEL. O OBJETIVO DESSA OFICINA FOI A RESOLUÇÃO DE SITUAÇÕES-PROBLEMAS A FIM DE INSTIGAR ESTUDANTES DE ESCOLAS PÚBLICAS E PRIVADAS A TOMADA DE DECISÃO. PARTICIPARAM DESSA OFICINA ESTUDANTES QUE DEMONSTRARAM INTERESSE EM CURSOS DE GRADUAÇÃO DIRECIONADOS ÀS ENGENHARIAS. NOS ENCONTROS, OS ESTUDANTES CONHECERAM O ASPECTO ACÍCLICO DA OBTENÇÃO DO BIODIESEL, PRODUZIRAM E ANALISARAM A QUALIDADE E SE QUESTIONARAM SOBRE AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MESMO. AO FINAL, OS ESTUDANTES AVALIARAM A OFICINA COM A CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS. NA ANÁLISE, DIAGNOSTICOU-SE A PREOCUPAÇÃO DOS ESTUDANTES NAS AÇÕES DO HOMEM SOBRE O PROCESSO, COMO TAMBÉM A REFORMULAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS.

INTRODUÇÃO

Resgatar o gosto pelo aprender e pela ciência e usar a tecnologia na busca de novos conhecimentos é uma tarefa árdua para a maioria dos professores, principalmente para os que trabalham no Ensino Médio. Trabalho em turnos contrários ao da escola, o desinteresse, a metodologia inadequada, a falta de relação entre os conteúdos do currículo e o contexto atual e o pouco investimento em educação são alguns dos fatores que acarretam baixos níveis de aprendizagem em exames nacionais e, conseqüentemente, na elevada evasão dos estudantes ao chegarem aos cursos de Engenharia.

Ribeiro e Ramos (2012) destacam que existe desinteresse dos estudantes do Ensino Médio por aulas de Química e os fatores que subsidiam tal situação, são inúmeros. Geralmente, os estudantes costumam “assistir” as aulas de modo individual o que torna a interação entre os colegas praticamente nula, e a resolução de problemas constitui-se numa ação isolada. A criação de novos espaços de aprendizagem é um aspecto fundamental. Nesses espaços, o foco seria novas formas de representação da realidade, a ampliação de contextos e o maior incentivo aos processos de construção do conhecimento. O grande desafio deste começo de



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



século esbarra na necessidade de expandir as metodologias disponíveis com o fim de atender e acompanhar o que Moraes (2002, p. 4) destaca ser imprescindível: “[...] a evolução acelerada da ciência e tecnologia vem exigindo não apenas novos espaços de conhecimento, mas também novas metodologias, novas práticas fundamentadas em novos paradigmas da ciência”. Com isso, uma concepção inovadora de ensino presume que o professor gerencie a diversidade existente na sua turma, mobilizando interesses e despertando o estudante para a busca de novos conceitos. Dessa forma, o professor auxilia o estudante a pôr em prática os seus conhecimentos (SILVA; CECÍLIO, 2007).

Por meio da resolução CNE/CES¹ da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação responsável por instituir as diretrizes curriculares nacionais dos cursos de graduação em Engenharia e conforme artigo 4º, evidencia-se que a formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional, de habilidades de identificar, formular e resolver problemas de engenharia (BRASIL, 2002). Assim sendo, a identificação de um problema em seu ambiente de trabalho e a busca por uma solução faz do estudante de Engenharia um agente ativo no processo de ensino e aprendizagem a fim de propor e efetivar melhorias no contexto em que está inserido. O problema visto de diferentes ângulos proporciona a professores e estudantes a análise de suas características e contradições (BERBEL, 1998).

Para Bazzo e Pereira (2005) uma metodologia diferenciada nos cursos de Engenharia contempla discussão, análise, pesquisa, debates e apresentações orais. A divulgação científica através da elaboração de artigo, por exemplo, pelos estudantes faz com que a liberdade e criatividade dos mesmos sejam forças motrizes para a realização de um projeto diferenciado.

As estratégias pedagógicas de Aprendizagem Ativa tais como a aprendizagem baseada na resolução de problemas propõe metodologias direcionadas para a educação em engenharia, uma vez que estas estratégias se enquadram na prática do cotidiano do engenheiro. Diferentemente do ensino tradicional, onde o professor é o centro do saber, esta concepção de ensino fornece aos estudantes, um ambiente de aprendizagem onde habilidades e competências mais complexas se fazem presentes (GRAAFF; KOLMOS, 2007).

Moreira (2000) argumenta que uma das maneiras de sistematizar, correlacionar conceitos e promover a aprendizagem significativa pode ser por meio da construção de mapas conceituais. Os mapas conceituais são diagramas que indicam relações entre conceitos e que procuram refletir a estrutura conceitual de determinado conhecimento. Assim, os mapas conceituais podem ser vistos como diagramas conceituais hierárquicos. Nesse sentido, construí-los, negociá-los, apresentá-los, refazê-los são processos altamente facilitadores de uma aprendizagem significativa.

Os mapas conceituais hierárquicos se estruturam de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, e desse modo contribuem, de maneira mais eficiente, para a construção do conhecimento do aprendiz. Na diferenciação progressiva, um determinado conceito é desdobrado em outros

¹ Maiores informações podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2013.



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



conceitos que estão contidos (em parte ou integralmente) em si. A cada momento, o estudante construirá uma radiografia de sua compreensão do assunto e poderá retornar até as fontes de informação para elucidar as dúvidas, responder as suas próprias perguntas e desse modo ir construindo o seu próprio conhecimento. Destaca-se que o estudante não tem muita clareza sobre quais conceitos são relevantes e para isso buscará no livro subsídios sobre suas dúvidas, tornando-se autônomo no processo de aprendizagem (TAVARES, 2008). Já Moretto (2009), sublinha que o uso de mapas conceituais pode ser uma ferramenta para o desenvolvimento das competências levando o estudante a agir de forma autônoma e participativa. Nisso conclui: competência não se alcança, desenvolve-se.

Os conceitos que aparecem nos mapas, as relações estabelecidas pelo estudante, a presença ou não de linhas de ligação entre os conceitos, bem como o uso de conectivo adequado para indicar a relação envolvida, são elementos que sinalizam a ocorrência de aprendizagem significativa (ALMEIDA; FONTANINI, 2010).

Em decorrência, o uso de mapas conceituais foi proposto como *feedback* da Oficina de Biodiesel a fim de ser um parâmetro avaliador sobre a produção de biodiesel realizada por estudantes do Ensino Médio inseridos no projeto PetroFut² da Universidade de Caxias do Sul (UCS). A estrutura globalizada da oficina foi projetada com o intuito de questionar a produção de biodiesel (DOORNBOSCH; STEENBLIK, 2007) como uma alternativa energética e também diagnosticar os ciclos de emissão e consumo de gás carbônico, além dos benefícios e danos ambientais em cada etapa produtiva com os futuros estudantes de Engenharia.

A OFICINA DE BIODIESEL

O projeto PetroFut foi sistematizado em oito oficinas cujo tema envolveu a crise energética mundial em busca de respostas a várias questões-problema. A estratégia empregada foi a Aprendizagem Baseada em Problema (PBL, do inglês). Dentre as oito oficinas ofertadas, a Oficina de Biodiesel teve como objetivo pesquisar os fatores implícitos ao processo de obtenção do biocombustível, refletindo sobre o balanço energético e ambiental finais do processo. A capacidade de comunicar-se adequadamente, negociar, gerir e resolver conflitos, além da tomada de decisão, foram as habilidades que se fizeram presente em todos os momentos da oficina. Os estudantes que participaram dessa oficina eram oriundos de escolas públicas e privadas da cidade de Caxias do Sul, e estavam cursando o 2º e 3º anos do Ensino Médio. A seleção ocorreu conforme o interesse dos estudantes por cursos direcionados as Engenharias e a sucessiva inscrição no projeto. As oficinas ocorreram no segundo semestre de 2011, e no primeiro semestre de 2012.

Na semana anterior ao início da oficina, os estudantes receberam uma pré-tarefa, como forma de provocar a busca de informações preliminares ao tema a ser tratado na oficina. A pré-tarefa foi realizada a partir de duas questões amplas: na primeira, descreva o que você sabe sobre biodiesel; e na segunda, como a temática do projeto influencia no seu cotidiano.

² O projeto UCS-PROMOPETRO: Novos Desafios para o Engenheiro do Futuro (PETROFUT) teve como principal objeto promover a integração entre a UCS e escolas da rede de Ensino Médio, com o intuito de despertar vocações e direcionar de forma específica os estudantes para áreas tecnológicas descendentes dos setores de Biocombustível, Petróleo & Gás e Petroquímica.



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



No primeiro encontro, os grupos ou equipes foram organizados segundo funções definidas: coordenador, relator, redator e observador. Os estudantes através de pesquisa na internet e de debate foram expostos a situações-problemas. A tomada de decisão, negociada em créditos de carbono simulava as dificuldades e desafios que os produtores de oleaginosas enfrentam desde a escolha de fertilizantes, controle de pragas, tipos de sementes, transporte, mão-de-obra, até a negociação final da safra. A estruturação de cooperativa, gerenciamento de empresa produtora e transportadora do biodiesel foram algumas das questões abordadas nas tarefas onde os estudantes puderam refletir sobre a obtenção desta fonte de energia.

No segundo encontro, através de ensaios em laboratório, os estudantes produziram o biodiesel a partir da análise da reação de transesterificação e de pesquisas prévias. A definição de parâmetros como a concentração de reagentes e de catalisador foram mediados pelos grupos. Posteriormente, no terceiro encontro, analisaram teor de sabão, acidez e viscosidade relativa do biodiesel produzido. Em todos os momentos, a tomada de decisão pelo grupo foi balizada por debates e novas situações-problemas. Os estudantes analisaram os resultados obtidos com o biodiesel de cada grupo de participantes, consultaram normas específicas.

No último encontro, os estudantes participaram de ensaios de opacidade em motores a diesel no Centro Tecnológico de Mecatrônica e Automotivo³ (SENAI). Neste encontro os estudantes testaram o biocombustível produzido. Para avaliar a complexidade do processo, ao final da oficina foi proposta a construção de um mapa conceitual sobre os conceitos tratados. Para a construção do mapa conceitual foi solicitado para as duplas de estudantes que expressassem como os conhecimentos sobre o processo de produção de biodiesel ficaram interligados. No total foram produzidos pelos grupos de estudantes 17 mapas conceituais, os quais foram posteriormente analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os mapas conceituais construídos pelos estudantes que participaram da Oficina de Biodiesel, foi diagnosticado que 37% dos vocábulos estavam relacionados à primeira fase de obtenção do biodiesel (plantio e colheita). O total de 41,9% do vocabulário dos estudantes se relacionava à etapa de produção do biodiesel (Tabela 1). Destes vocábulos, 42,4% estavam relacionados à matéria-prima utilizada na obtenção do biocombustível.

³ Maiores informações sobre a entidade podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <<http://www.mecatronica.org.br/>>. Acesso em: 19 jun. 2013.



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



Tabela 1 - Levantamento de temas relacionados ao processo global de produção de biodiesel citado nos mapas conceituais.

| Temas | Número de vocábulos relacionados a cada etapa do processo | | | |
|------------------|---|----------------------------|------------------------------|-----------------|
| | Plantio e colheita | Produção do biocombustível | Transporte e comercialização | Somas marginais |
| Matéria-prima | 54 | 24 | 01 | 79 |
| Tecnologias | 02 | 02 | 05 | 09 |
| Reações químicas | 01 | 14 | 08 | 23 |
| Gestão | 03 | 09 | 22 | 34 |
| Subprodutos | 09 | 22 | 03 | 34 |
| Outros | --- | 07 | --- | 07 |
| Somas marginais | 69 | 78 | 39 | 186 |

Em relação ao número de substantivos citados nos mapas conceituais, os mais citados foram: óleo, soja (semente oleaginosa), glicerol, catalisador, poluição, combustível, álcool e sabão. Quando as informações oriundas da pré-tarefa (primeira questão) foram comparadas aos mapas conceituais produzidos pelos estudantes foi possível encontrar divergências de informações em alguns aspectos. Alguns estudantes citaram que o biodiesel substitui o petróleo; que é alternativo e pode ser obtido de fonte animal. Essa última afirmação (equivocada) não aparece no mapa conceitual após a realização da oficina.

Em relação ao conhecimento prévio dos estudantes sobre o biodiesel, informação esta que foi extraída da pré-tarefa, 45% dos mesmos afirmaram que este biocombustível provém de óleos retirados de plantas e 25% afirmaram ser fonte de energia renovável. Estas informações também emergiram nas análises dos mapas conceituais. Entretanto, nenhuma informação referente às reações de transesterificação, gestão de negócios e tecnologia foi abordada na pré-tarefa.

Como resultado ao questionamento da pré-tarefa pode-se constatar que a maioria dos estudantes considera a temática necessária, dentre os argumentos, para promover a qualidade de vida e diminuir a emissão de poluentes atmosféricos. Na Tabela 2 é possível fazer alusão as respostas dos estudantes em relação a segunda questão da pré-tarefa.

Tabela 2- Percentual de respostas à questão: “Como a temática Energia influencia em seu cotidiano?”.

| Respostas à questão 2 da pré-tarefa | % de estudantes que responderam |
|--|---------------------------------|
| Diminuir emissão de poluentes atmosféricos | 15 |
| Melhorar a qualidade de vida | 10 |
| Proteger o meio ambiente | 30 |
| Fontes mais baratas de energia | 10 |
| Tudo depende da energia | 15 |
| Promove novos conhecimentos | 20 |

Quando a análise foi em relação às ações que o homem realiza sobre o processo e sobre o meio ambiente, os estudantes salientaram nos mapas construídos que 83,8% estão relacionados à ação no processo produtivo. Para exemplificar, foram citados verbos, como; produzir, vender, colher, separar e poluir (Tabela 3).



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



Tabela 3 - Ações do homem sobre o processo produtivo e sobre o meio ambiente citadas nos mapas conceituais.

| Ações | Número de ações citadas pelos estudantes em cada etapa do processo | | | |
|--|--|----------------------------|------------------------------|-----------------|
| | Plantio e colheita | Produção do biocombustível | Transporte e comercialização | Somas marginais |
| Ação do homem sobre o processo produtivo | 21 | 30 | 16 | 67 |
| Ação do homem sobre o meio ambiente | 08 | 04 | 01 | 13 |
| Somas marginais | 29 | 34 | 17 | 80 |

De todos os vocábulos citados nos mapas conceituais, 30% foram verbos (Tabela 3) e dentre os mais citados pelos estudantes pode-se destacar; produzir, usar, extrair, testar, distribuir e plantar. Quando analisados os adjetivos atribuídos ao biocombustível, os estudantes elencaram um total de 22 adjetivos, sendo que os mais citados são: renovável, menos poluente e complexo. Adjetivos como viável e limpo e com qualidade também foram citados, mas com menor frequência.

Quando analisadas as estruturas dos mapas conceituais, verificou-se uma incidência acentuada nos vocábulos (conectores) do primeiro nível relacionados à produção do biodiesel. O primeiro nível caracteriza-se por apresentar relação direta à palavra-chave do mapa conceitual como biodiesel (16 indicações) e soja (1 indicação), ou seja, os vocabulários encontram-se diretamente conectados a palavra central dos mapas conceituais, produzidos pelos estudantes. Foram elencados pelos estudantes 25 vocábulos, sendo 21 relacionados à etapa de produção do biocombustível (Tabela 4).

Tabela 4 - Conectores apresentados no primeiro nível dos mapas conceituais.

| Conectores citados no primeiro nível do mapa | Número de indicações |
|--|----------------------|
| Óleo | 06 |
| Alcool | 05 |
| Catalisador | 05 |
| Glicerol | 05 |
| Agricultura | 04 |

A construção de mapas conceituais como forma de avaliar a aprendizagem e o significado da oficina mostrou-se significativa, pois os estudantes apresentaram novos indicativos ao processo. Sugestões de novas pesquisas, relação de fatores relacionados a custo de produção e transporte relacionados à obtenção do biocombustível; legislação e os meios de fiscalização foram citados como pontos para novas discussões.

Refletir sobre o processo de obtenção do biodiesel de maneira global foi um dos objetivos da Oficina de Biodiesel e esse, através da construção de mapas conceituais, pode ser percebido quando os estudantes reformularam o conhecimento prévio, identificando falsas verdades. Isso foi claramente diagnosticado na análise e comparação das respostas fornecidas na pré-tarefa com as postas nos mapas conceituais, onde os estudantes descreveram situações



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



citadas em livros, anúncios e reportagens o aspecto positivo do balanço de massa de emissão de poluentes atmosféricos na obtenção do biodiesel.

Quando questionados sobre o aspecto cíclico do processo, abordado em uma das questões-problemas, apresentado em alguns meios de comunicação com balanço positivo em emissão de gás carbônico no meio ambiente, os estudantes apresentaram opiniões ambíguas. Alguns estudantes esboçaram opinião favorável à ideia de que o balanço energético é positivo, ou seja, o uso de biodiesel em substituição ao diesel apresenta vantagens ambientais no aspecto emissão de dióxido de carbono (CO₂). Entretanto, outros estudantes desaprovaram o balanço energético em relação à extração e transporte de fertilizantes, uso de máquinas agrícolas, consumo de energia e água durante o processo de obtenção, separação, transporte e armazenagem do biocombustível.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A problemática relacionada à questão energética abordada na Oficina de Biodiesel foi sintetizada pelo grupo de estudantes através de mapas conceituais. Os mapas apresentaram elementos relacionados à pesquisa realizada, a elaboração, análise e teste do biocombustível demonstrando que a aprendizagem baseada em problemas foi significativa. Através dos mapas conceituais constatou-se a presença de 30% de verbos e dos demais vocábulos, 37% estavam relacionados à produção (plantio e colheita), demonstrando que a pesquisa e os debates promovidos no primeiro encontro também foram representativos na construção do conhecimento.

A oficina, constituída de quatro encontros, cuja estratégia foi a aprendizagem baseada em problemas apresenta-se como um exemplo de como o conhecimento pode-se dar de forma dinâmica, retirando do professor o domínio do saber e propicia aos estudantes a aprendizagem subsidiada pela pesquisa, pela problematização, o que favorece a autonomia dos mesmos. Nesse sentido, recomendam-se estratégias de aprendizagem que se arquitetem na resolução de problemas, na pesquisa a fim de instigar a emancipação dos futuros engenheiros.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; FONTANINI, Maria Lúcia de Carvalho. Aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática: uma investigação usando mapas conceituais. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15(2), p. 403-425, ago., 2010.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. Refletir, questionar, pensar... Para a construção de um engenheiro-cidadão. In: **XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Campina Grande – COBENGE**. Campina Grande, PB, set., 2005.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface - Comunicação, Saúde e Educação**, Botucatu, v.2, n. 2, p. 139-154, fev., 1998.



33º EDEQ

Movimentos Curriculares
da Educação Química:
o Permanente e o Transitório



BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Resolução CNE/ 11**, mar., 2002. Brasília: MEC, 2002.

DOORNBOSCH, Richard; STEENBLIK, Ronald. Biofuels: is the cure worse than the disease? **Round Table on Sustainable Development**. Paris. SG/SD/RT, 2007.

GRAAFF, Erik de; KOLMOS, Anette. Management of Change Implementation of Problem-Based and Project-Based Learning in Engineering. Netherlands: Sense Publishers, 2007.

MORAES, Maria Candida. Tecendo a rede, mas com que paradigma? In: MORAES, Maria Candida (org.). **Educação a distância**: fundamentos e práticas. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 2002.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa crítica. In: **III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**. Lisboa (Peniche), p. 33-45, set., 2000.

MORETTO, Vasco. **Planejamento**: planejando a educação para o desenvolvimento de competências. 4. ed. Petrópolis, RJ. Ed. Vozes, 2009.

RIBEIRO, Marcus Eduardo Maciel; RAMOS, Maurivan Güntzel. Grupos colaborativos como estratégia de aprendizagem em aulas de química. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 14, n. 3, p. 456-471, set./dez., 2012.

SILVA, Leandro Palis; CECÍLIO, Sálua. A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n. 45, p. 61-80, jun., 2007.

TAVARES, Romero. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 99-108, jul., 2008.