

# PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA PARA OTIMIZAÇÃO DO ENSINO CIENTÍFICO POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO EM BIOCOMBUSTÍVEIS

Leandro Rocha Rodrigues<sup>1</sup>  
Ana Carolina Ventura Reis<sup>1</sup>  
Estela Cristina Enoque Bicalho<sup>1</sup>  
Priscila Teles de Toledo Bernardes<sup>2</sup>  
Anderson Hollerbach Klier<sup>2</sup>

**Resumo:** O ensino científico, em áreas estratégicas como química e física, passa atualmente por dificuldades relacionados aos métodos de ensino-aprendizagem, baseados na memorização, o que inibe o senso crítico-criativo do discente. Neste contexto, a defasagem de aprendizado tem reflexo direto no aproveitamento desses discentes em diversos cursos superiores que necessitam de embasamento do ensino científico proveniente do ensino médio. As parcerias entre centros universitários e escolas públicas podem funcionar como ambientes motivadores para a aprendizagem, buscando uma abordagem prática para o aprendizado científico.

**Palavras-chave:** Educação. Biocombustível.

**Abstract:** Scientific teaching in strategic areas such as chemistry and physics currently faces difficulties related to the teaching-learning methods, which are mainly based on memorization. Such an approach inhibits student's critical-creative sense. In this context, this learning gap has a direct effect on the students' achievement in several higher educational courses that need the knowledge of science coming from previous education. The partnership between Universities and public schools can promote a motivating environment for learning, using a practical approach for scientific learning.

**Keywords:** Education. Biofuel.

## INTRODUÇÃO

As disciplinas científicas há muito sofrem com a defasagem que existe na fundamentação do ensino médio brasileiro, com reflexo direto na inserção dos discentes no ensino superior. Como ciência, a química sofre com tal defasagem, assim como a física e a matemática, pois, em inúmeros cursos superiores, uma vasta gama de disciplinas dependem de um mínimo conhecimento prévio nesses conteúdos. Entretanto, mesmo com esta defasagem, cabe às instituições superiores cativar seu corpo discente para que, mesmo com as dificuldades inerentes à falta de conhecimento, não ocorra uma grande evasão em seus cursos. Paralelamente, uma maior proximidade entre o ensino médio e o ensino superior pode valorizar drasticamente o campo científico através da vivência científica em laboratórios de ensino superior. Neste intuito, a parceria dos ensinos médio e superior pode valorizar e motivar o corpo discente de ambos os níveis através da experimentação, diminuindo a defasagem da aprendizagem através da vivência do assunto na prática. Inúmeros exemplos descritos na literatura ilustram os resultados promissores desta parceria (OLIVEIRA, 2015; ANACLETO, 2015; SONAI, 2015; BARBOSA, 2015; VAZ, 2015).

O ensino científico atual carece de mudanças radicais na sua forma, uma vez que o avanço tecnológico, cada vez mais incorporado ao nosso cotidiano, é fruto de avanços inerentes às ciências como a física e a química. Entretanto o ensino nessas áreas ainda está vinculado à repetição de conceitos e princípios e aplicação correta de fórmulas, o que não permite ao aluno fazer uma leitura crítico-científica do mundo. Torna-se extremamente importante mostrar ao aluno que o ensino científico permite construir conhecimento acerca do universo, uma vez que as leis e teorias não são absolutas, são patamares provisórios que lhes permitem indagar: “ parece ser assim, mas não poderia ser diferente? ” ou “ até quando será desta maneira? ” (OLIVEIRA, 2015).

Além disso, por muitas vezes, o educador guarda expectativas e diretrizes para o processo de ensino, que não são oficialmente declaradas, mas que farão parte do processo de avaliação da aprendizagem facilitando alcançar determinados objetivos. Porém, é mais difícil para o discente alcançar o patamar de desenvolvimento cognitivo, por não saber o que dele é esperado durante e após o processo de ensino (FERRAZ, 2010). No contexto da aprendizagem o paradigma dos três Cs é bastante discutido e aplicados atualmente num ambiente colaborativo. Os três Cs significam *Comunicação*, *Cooperação* e *Coordenação*. Esses três elementos, aliados à *percep-*

*ção*, são itens elementares para concepção e implementação de um ambiente adequado para a aprendizagem colaborativa. A *Cooperação* pode ser entendida como a atuação simultânea de dois ou mais indivíduos em determinado cenário. A *Comunicação* é entendida como a troca de informações entre os usuários do ambiente. A *Coordenação* trata do gerenciamento dos integrantes de um grupo para que suas ações sejam executadas de forma harmônica (QUARTO, 2007). Este paradigma associado aos domínios cognitivo, afetivo e psicomotor, definidos pela taxonomia de Bloom para aprendizagem, permitem uma tentativa extremamente favorável ao aprendizado no campo das metodologias ativas onde o discente é o principal protagonista do processo (FERRAZ, 2010; QUARTO, 2007).

Alguns relatos de sucesso, obtidos com a implementação das metodologias ativas no processo de aprendizagem, podem ser citados e referenciados, tais como a problematização no ensino de química toxicológica (LOPES, 2011), experimentos utilizando a tecnologia da hibridação molecular no ensino de química medicinal (ARAUJO, 2015), caracterização de pontos de carbono no ensino da nanociência (VAZ, 2015), sensibilização de células solares no ensino de sustentabilidade e bioenergia (SONAI, 2015), ferramentas computacionais no ensino de interações intermoleculares (BARBOSA 2015) e a qualidade da água como estratégia no ensino de ciências (ANACLETO, 2015). Além das citações recentes outros projetos desenvolvidos no próprio Centro Universitário Newton demonstram a relevância do ensino baseado em experimentação, valorizando acima de tudo a inserção do discente na condução do processo e construção do aprendizado (KLIER, 2012; KLIER, 2012a; PEREIRA, 2013; MIGUEL, 2016). Neste contexto, a obtenção de biocombustíveis por transesterificação, além de ser um tema atual quanto à sustentabilidade, constitui uma ferramenta de ensino dentro das metodologias baseadas em experimentação, uma vez que já é estabelecida como técnica dentro das disciplinas do ensino de graduação no campus Silva-Lobo do Centro Universitário Newton Paiva (PEREIRA, 2013; MIGUEL, 2016).

## METODOLOGIA

As metodologias, para obtenção de biocombustível ou monoésteres de triacilgliceróis vegetais, são variadas e bem determinadas e incluem, como insumo, óleo utilizado em frituras, óleo de soja, óleo de babaçu, óleo de girassol e óleo de mamona. Como o material de partida é um triacilglicerol, a alcoólise

ou transesterificação se dá em três etapas gerando sequencialmente diacilgliceróis, monoacilgliceróis e, finalmente, glicerina, com resultantes de três moles do monoéster do álcool utilizado. A alcoólise completa ocorre numa proporção de três moles para um mol entre o álcool e o triacilglicerol, e o excesso do álcool não só otimiza o rendimento da reação, como também facilita a separação da glicerina formada por decantação. Dentre os álcoois utilizados são preferidos os de baixa massa molar, devido à maior facilidade de dissolução do catalisador básico, menor custo, decantação mais rápida da glicerina e maior polaridade. Atendendo a esses pré-requisitos o metanol, é o álcool mais utilizado. Quanto ao etanol, o mesmo é utilizado sob condição anidra com uma amostra de óleo com baixo teor de água para facilitar a decantação da glicerina. Contudo o biodiesel etanólico possui a vantagem ambiental de ser totalmente renovável (MARTINS, 2007; RIBEIRO, 2011; RIBEIRO, 2011a; PEREIRA, 2013; MIGUEL, 2016).

A catálise na reação de transesterificação (reação reversível na qual um éster é transformado em outro através da troca do grupamento alcoxila), pode ser realizada por ácidos ou bases, entretanto a catálise básica apresenta melhores rendimentos e menores tempos de reação. A participação dos catalisadores inorgânicos básicos se dá pela possível reação destes com o álcool, gerando alcóxidos que são nucleófilos mais poderosos que os respectivos álcoois, facilitando o ataque nucleofílico ao éster do triacilglicerol resultando a formação mais rápida do monoéster. Como o catalisador atua exclusivamente na cinética de reação, é natural imaginarmos que o aumento da concentração do catalisador fará com que a reação ocorra mais rapidamente. Entretanto o catalisador concentrado pode gerar subprodutos diminuindo a seletividade da reação desejada. Dentre as reações indesejadas, a principal é a saponificação, que implica em duas consequências: o consumo do próprio catalisador e a estabilização da emulsão biodiesel/glicerol. Além disso, o consumo do catalisador gerando alcóxidos em elevada concentração gera também água, que sob altas temperaturas favorece a hidrólise dos monoésteres formados gerando ácidos graxos, e estes neutralizados pelo catalisador básico geram produtos de saponificação (MARTINS, 2007; RIBEIRO, 2011; RIBEIRO, 2011a; PEREIRA, 2013; MIGUEL, 2016).

A execução experimental da metodologia ocorreu

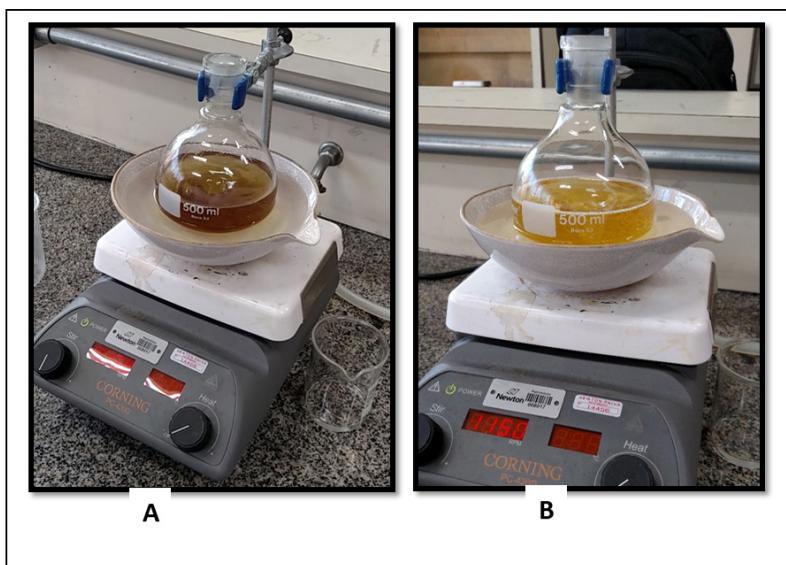
em encontros com os alunos do ensino médio da Escola Estadual Dom Cabral, e que aconteceram nos laboratórios básicos de ensino químico do Centro Universitário Newton Paiva. A seleção dos alunos foi definida e executada pela direção da escola parceira, tendo sido selecionados dez alunos que participaram das atividades experimentais. Toda a logística de transporte e deslocamento dos alunos da Escola até o Centro Universitário foi agendada de acordo com a disponibilidade dos alunos, em horário distinto do curso do ensino médio e sempre no turno da tarde. Toda a logística foi custeada com a verba específica do projeto de iniciação científica, concedida pelo Centro Universitário Newton Paiva.

A execução dos experimentos transcorreu sob a orientação de três alunos discentes do Centro universitário, bolsistas do projeto e acadêmicos do curso de graduação em Farmácia. Os alunos do ensino médio foram subdivididos em dois grupos de três alunos e um grupo de quatro alunos, e a divisão aconteceu por afinidade entre os próprios alunos. Além do acompanhamento e orientação dos discentes, os grupos de alunos do ensino médio estavam sob a supervisão dos docentes responsáveis pelo projeto durante toda a execução experimental dentro do laboratório. A duração da experimentação em laboratório foi de três horas.

## RESULTADOS

A fase inicial do experimento incluiu a interpretação objetiva de um roteiro experimental desenvolvido pelos discentes do curso de farmácia envolvidos, no qual os alunos do ensino médio obtiveram um primeiro contato com as normas de segurança em procedimentos laboratoriais. A seguir foi feita a identificação visual e utilização de equipamentos e vidrarias específicas das técnicas pertinentes ao experimento.

Numa fase intermediária do procedimento os alunos, observaram as diferenças visuais colorimétricas da reação de transesterificação alcalina do óleo de soja comercial, identificando uma intensificação inicial da cor da mistura reacional em função da hidrólise alcalina inicial do triéster constituinte do triacilglicerol (figura 1 A), seguida do clareamento subsequente da mistura reacional, resultante da geração da esterificação dos ácidos graxos oriundo da hidrólise inicial com o etanol (figura 1 B) (MARTINS, 2007; MIGUEL, 2016; RIBEIRO, 2011, RIBEIRO 2011a).

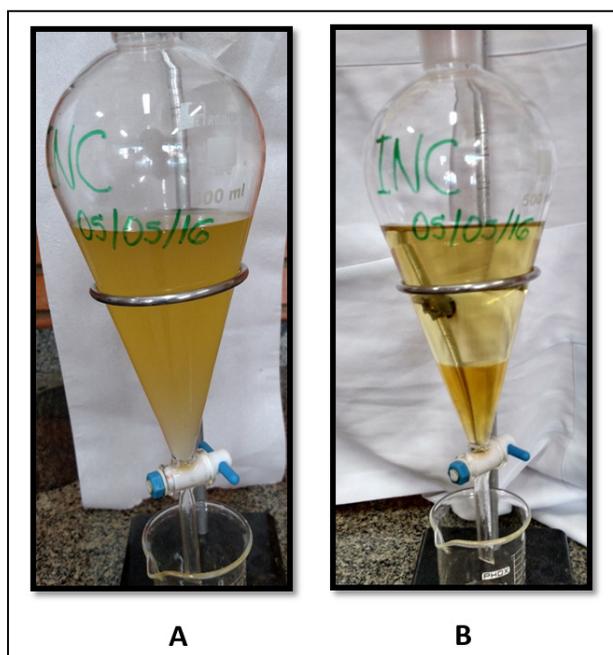


RIBEIRO, 2011, RIBEIRO 2011a).

**Figura 1 – Reação de transesterificação: A – hidrólise alcalina, B - esterificação etílica.**

Na etapa final de experimentação, os alunos conseguiram alcançar os objetivos propostos, visualizando nitidamente o resultado da transesterificação etanólica do triacilglicerol, oriundo do óleo de soja comercial, material de partida para o experimento conforme figura 2. O material decantado incluiu o excesso do etanol uti-

lizado na dissolução da base, assim como subprodutos da transesterificação como a glicerina, monoacilglicérolis, diacilglicérolis parcialmente transesterificados e possíveis produtos de saponificação residual. O sobrenadante límpido constituiu o monoéster etílico, ou biodiesel, obtido majoritariamente.



**Figura 2 – Produto de transesterificação do triacilglicerol do óleo de soja comercial: A - não decantado, B - decantado.**

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A fase experimental intermediária mostrou-se bastante impactante para os alunos devido à visualização da alteração colorimétrica, despertando não só a curiosidade dos alunos, mas acima de tudo o interesse pela experimentação científica. A elucidação da proposta de obtenção de um combustível bio sustentável por meio da execução experimental, fortaleceu os aspectos cognitivos, de comunicação e cooperação entre os alunos.

Na etapa final de experimentação foram discutidos com os alunos tópicos do conteúdo formal que inclui a constituição química de óleos vegetais, hidrólise alcalina, hidrólise ácida, hidrossolubilidade, lipossolubilidade e densidade. Nesta fase, a observação da separação das fases por diferença de densidade foi extremamente elucidativa para o entendimento do experimento e dos conteúdos formais relacionados. Ao final do experimento, os alunos se apresentavam inseridos num ambiente de aprendizagem colaborativa, onde a percepção visual da ocorrência do fenômeno químico foi fundamental para o fortalecimento do paradigma da aprendizagem baseada na cooperação, comunicação e coordenação entre os próprios alunos. Este ambiente fortaleceu os domínios cognitivos, afetivos e psicomotores, definidos por BLOOM (FERRAZ, 2010) como essenciais para um processo de aprendizagem em que o discente deixa a posição de expectador, passando a ser protagonista do processo.

A parceria do Centro Universitário Newton Paiva com escolas de ensino médio foi fundamental para a percepção de que o método tradicional de ensino, no qual o aluno se mantém numa posição passiva, não constitui um ambiente promissor para uma aprendizagem adequada de conteúdos complexos como os abordados no contexto científico no ensino médio. A presença dos alunos em laboratório despertou a vontade de aprender dos mesmos, permitindo que questionassem a origem do processo químico envolvido e colaborassem de forma eficaz no aprendizado do colega por meio de discussões em um ambiente favorável. Nesse contexto, o ambiente adequado para aprendizagem necessariamente deve manter o discente numa posição de protagonista, estimulando cada vez mais o domínio cognitivo do grupo de alunos envolvidos no processo.

## REFERÊNCIAS

ANACLETO, R.G., BILOTTA, P. Uma abordagem interdisciplinar sobre qualidade da água como estratégia para o ensino de ciências. *Rev. Virtual Quím.*, v.7, n.6, 2622-2634, 2015.

ARAUJO, C.R.M., LEITE FILHO, C.A., SANTOS, V.L.A., MAIA, G.L.A., GONSALVES, A.A. Desenvolvimento de fármacos por hibridação molecular: uma aula prática de química medicinal usando comprimidos de paracetamol e sulfadiazina e a ferramenta virtual *SciFinder*. *Quim. Nova*, v.38, n.6, 868-873, 2015.

BARBOSA, F.G., MAFEZOLI, J., LIMA, M.A.S., ALEXANDRE, F.S.O., ALMEIDA, D.M., LEITE JUNIOR, A.J.M., SILVA JUNIOR, J.N. Interactions: implementation and evaluation of a computational tool for teaching intermolecular forces in higher education. *Quim. Nova*, v.38, n.10, 1351-1356, 2015.

FERRAZ, A.P.C.M., BELHOT, R.V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gest. Prod.*, v.17, n.2, 421-431, 2010.

KLIER, A.H. Conformações do ciclohexano: um modelo de estudo no PcModel. *Pós em Revista*, n.5, 233-239, 2012a.

KLIER, A.H., SABINO, G.S., LEAL, S.C., PEREIRA, A.F.A., MAPA, L.A., FERREIRA, L.E.C., MOREIRA, N.M., CHIESA, P.G. Diedros conformacionais e sua aplicação no estudo de estabilidade de biomoléculas. *Pós em Revista*, n.6, 199-209, 2012.

LOPES, M.L., SILVA FILHO, M.V., MARDSDEN, M., ALVES, N.G. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. *Quim. Nova*, v.34, n.7, 1275-1280, 2011.

MARTINS, H., CARVALHO, A.M. BIODIESEL: produção e desafios. *Contagem: SEMPRE*, 2007, 222p.

MIGUEL, C.R., DRUMOND, A.J.R., KLIER, A.H. Quantificação de amostras de monoésteres tílicos por espectrometria no infravermelho: uma avaliação experimental aplicada às misturas comerciais de biodiesel e biodiesel. *Revista de Iniciação Científica Newton Paiva*, 2016.

OLIVEIRA, R. J. Ensino de Química: por um enfoque epistemológico e argumentativo. *Quim. nova esc.*, v.37, n.4, 257-263, 2015.

PEREIRA, A.F.A., ARAÚJO, D.G., COELHO, G.T.C.P., BRANCO, K.M.G.R., KLIER, A.H. Avaliação química preliminar da reação de transesterificação aplicada ao óleo de macaúba. *Pós em Revista*, n.7, 129-135, 2013.

QUARTO, C.C., LABIDI, S., JAQUES, P.A., SCHIVITZ, I.M.M. Inferindo fatores sócio-afetivos para a formação de grupos em ambientes colaborativos de aprendizagem. *Anais do Workshop da Escola de sistemas de agentes para ambientes colaborativos*, 2007.

RIBEIRO, C.C.L., FIGUEIREDO, M.O., RODRIGUES, T.M.A.S., FRÔES, V.O., NASCIMENTO, E., KLIER, A.H., SOUSA, A.N. Síntese de biodiesel, análise dos parâmetros físico-químicos e caracterização por cromatografia líquida de alta eficiência e espectroscopia no infravermelho e ultravioleta-visível. *Revista Iniciação Científica Newton Paiva*, v.11, 90-100, 2011.

RIBEIRO, C.C.L., FIGUEIREDO, M.O., RODRIGUES, T.M.A.S., FRÔES, V.O., A.N. SOUSA, KLIER, A.H., NASCIMENTO, E. Resumo Expandido nos Anais do Sexto Congresso Internacional de Bioenergia. Curitiba-PR, Brasil, 2011a.

SONAI, G.G., MELO JR. M.A., NUNES, J.H.B., MEGIATTO JR., J.D., NOGUEIRA, A.F. Células solares sensibilizadas por corantes naturais: um experimento introdutório sobre energia renovável para alunos de graduação. *Quim. Nova*, v.38, n.10, 1357-1365, 2015.

VAZ, R., VIEIRA, K.O., MACHADO, C.E., FERRARI, J.L., SCHIAVON, M.A. Preparação de pontos de carbono e sua caracterização óptica: um experimento para introduzir nanociência na graduação. *Quim. Nova*, v.38, n.10, 1366-1373, 2015.

## NOTAS

<sup>1</sup> Graduandos em Farmácia, Centro Universitário Newton Paiva.

<sup>2</sup> Professores do Centro Universitário Newton Paiva.