



Ciclo Açucareiro: da fabricação de açúcar a produção de etanol

Paulo Henrique Melo, Alvaro C. C. Bara, Karine G. Fernandes, Fabiana A. C. Vieira e Ivoni Freitas-Reis

O presente relato, explanado pelos alunos do curso de licenciatura em química da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), consiste na apresentação da atividade proposta e desenvolvida durante a disciplina *Introdução à Pesquisa no Ensino de Química*. A escolha do tema Ciclo Açucareiro advém de sua presença no Programa de Ingresso Seletivo Misto - PISM, também da UFJF, o qual não é contemplado na escola considerada. Sustentados pela necessidade de um ensino mais dinâmico e contextualizado, optamos por metodologias de ensino diversificadas, tais como, o lúdico na aprendizagem e a experimentação no ensino de química. A partir delas, propusemos uma sequência didática que ambicionava melhorar a compreensão da química por trás dos processos inerentes ao ciclo da cana-de-açúcar, que foi aplicada a 64 alunos do 3º ano do Ensino Médio. Foi possível perceber bom aproveitamento e entusiasmo dos estudantes em relação aos recursos utilizados.

► cana-de-açúcar, sequência didática, jogo didático ◀

Recebido em 16/03/2020, aceito em 31/08/2020

Por diversas vezes, as maneiras como as metodologias para o ensino de química são aplicadas, sobretudo na Educação Básica, acabam por tornar o aprendizado da disciplina pouco atrativo para os estudantes. A grande quantidade de conteúdos com um alto nível de detalhamento, a título de exemplo, é um dos empecilhos apontados por professores para a efetiva e adequada inserção de práticas, tais como a contextualização durante as aulas. Em contrapartida, além de assimilar o conteúdo específico da matéria, é esperado que os alunos tenham a clareza da relação entre transformações químicas e a importância desse conhecimento em sua realidade, mormente relacionando-os ao desenvolvimento de maior autonomia na tomada de decisões e, portanto, de seus papéis como cidadãos críticos.

O ensino em química não se resume a meramente entender e memorizar informações, conceitos e concepções, mas a auxiliar o estudante a lidar melhor com situações que fazem parte do seu cotidiano. A literatura (Rocha e Vasconcelos, 2016; Castro *et al.*, 2019) segue nos apontando

as dificuldades dos estudantes em compreender as representações químicas, dado que os níveis microscópico e simbólico são complexos devido ao fato de que a observação do

fenômeno nem sempre é visual e a aprendizagem - a mais das vezes - é construída a partir dos sentidos. Buscando melhorar a compreensão desse conhecimento, estudiosos têm sugerido condutas como a diversificação de abordagens e metodologias de ensino a serem trabalhadas na escola

(Greszczyszczyn *et al.*, 2017).

Pesquisadores da área (Castro e Costa, 2010) enfatizam a relação entre os empecilhos impostos pelo ensino tradicional à aprendizagem e a maneira unidirecional com que é trabalhada. Em outras palavras, muitas vezes a figura do professor se apresenta como detentora do saber, conduzindo o aluno à posição de mero ouvinte no processo de ensino e aprendizagem. Nesse cenário, cabe ao estudante receber e armazenar as informações transmitidas mecânica e memoristicamente, perpetuando uma postura de resignação contrária à criticidade. As consequências apresentar-se-ão

O ensino em química não se resume a meramente entender e memorizar informações, conceitos e concepções, mas a auxiliar o estudante a lidar melhor com situações que fazem parte do seu cotidiano.

como baixo rendimento escolar, desinteresse do discente e, como resultado, a constatação da ineficiência por parte dessa abordagem.

É igualmente importante ressaltar outra característica frequentemente presente em aulas tradicionais, marcada pela falta de contextualização e consequente impasse quanto ao aprendizado da matéria. Santana e Rezende (2008) consideram que, de maneira geral, o ensino de química não foge ao já consagrado, estando centrado na memorização e repetição de fórmulas, nomes e cálculos. Entretanto, em nossos estágios e incursões em sala de aula, enquanto licenciandos de química, notamos um número cada vez mais significativo de professores que se interessam e se entusiasma com metodologias de ensino variadas. Certamente o esforço dos professores da área de ensino, nas universidades, em nos mostrar quão dinâmica é a ciência e suas múltiplas possibilidades de abordagens, bem como o interesse daqueles que estão em sala de aula e que não foram assim estimulados, é o que nos motiva a compartilhar nossa experiência neste artigo.

Práticas experimentais interessantes que proporcionem aprendizagem significativa, quando bem exploradas, podem ser capazes de abarcar situações-problema baseadas na realidade, permitindo a contextualização e o estímulo ao ensino questionador.

A sequência didática, desenvolvida e explanada no trabalho, é finalizada com uma atividade lúdica que pode contribuir de maneira expressiva para a transformação do ensino convencional. O uso de jogos no ensino de química e de ciências é relativamente recente tanto no Brasil quanto no exterior. Estudiosos como Santana e Rezende (2008) destacam que a eficiência dos jogos não se centra em facilitar a memorização de determinado assunto, mas em despertar o interesse dos alunos pela disciplina, levá-los a raciocinar, refletir e construir ou reconstruir, se necessário, o próprio conhecimento.

A ludicidade pode ser um instrumento motivador, atraente e estimulador do processo de ensino e aprendizagem. Para isso, o lúdico deve ser desenvolvido e abordado com responsabilidade e com controle relativamente moderado, pois, a atividade constitui parte da proposta do docente. Desta forma, o lúdico pode ser validado como instrumento que contribui com o ensino em sala de aula. Para tanto, o professor

deve ser o mediador de tais práticas proporcionando que a diversão não esteja alheia à sua função educativa, portanto é necessário conciliar a liberdade característica dos jogos com a orientação própria dos processos educativos (Cunha, 2012).

O tema escolhido neste trabalho, visando atuar junto às práticas pedagógicas citadas anteriormente, foi o ciclo açucareiro e a produção de biocombustível. O Brasil é um grande produtor de açúcar desde a época Colonial, nas décadas de 1530 e 1540, utilizando-se principalmente de pequenos engenhos movidos, em sua maioria por tração animal e alguns por força hidráulica. A mão de obra inicialmente utilizada era composta principalmente por índios, sendo que, com a expansão da produção, bem como das terras cultivadas, introduziu-se a mão de obra escrava trazida do continente africano, já com experiência nesse tipo de trabalho. No século XVII, os engenhos se localizavam majoritariamente na região Nordeste e a cana-de-açúcar era o principal produto exportado para o mercado Europeu, tratando-se de um comércio extremamente lucrativo para os portugueses (Braibante *et al.*, 2013).

Para o processo de produção do açúcar, é necessário o uso de técnicas e cuidados ao longo de todas as etapas que vão desde a plantação, cultivo, colheita, até o refinamento. O caldo da cana-de-açúcar, obtido após a moagem, também é utilizado como matéria-prima para a produção de etanol através de um processo químico conhecido como fermentação alcoólica (Braibante *et al.*, 2013).

O conteúdo curricular que relaciona os processos químicos envolvidos na utilização da cana-de-açúcar e a própria indústria canavieira é assunto presente nos editais do Programa de Ingresso Seletivo Misto - PISM da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). O programa consiste em um vestibular seriado dividido em três anos correspondentes aos três anos do ensino médio. O programa bem como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) são as vias de acesso à UFJF. A temática ainda proporciona uma consciência no estudante para com o mundo, onde se espera que compreenda a importância do saber químico para as indústrias, em específico a açucareira e a produção de biocombustível. Dessa forma, estimulados pela professora regente das turmas, optamos por abordá-lo, visto que não iríamos interferir no seu cronograma.

Consideramos que ao abordar metodologias de ensino variadas, a saber: Experimentação, o uso do Lúdico e ao lançar mão da História da Ciência e Ensino de forma a contextualizar o tema, tenhamos fornecido um dinamismo capaz de motivar e instigar questionamentos, estratégias que consideramos fundamentais para uma aprendizagem duradoura e aplicada ao cotidiano.

O passo a passo da sequência didática será aqui descrita, mas acreditamos que o Quadro I permitirá ao leitor uma visão panorâmica do nosso trabalho; (I) Entrega de um

Práticas experimentais interessantes que proporcionem aprendizagem significativa, quando bem exploradas, podem ser capazes de abarcar situações-problema baseadas na realidade, permitindo a contextualização e o estímulo ao ensino questionador.

questionário, com finalidade de averiguar o saber prévio dos alunos; (II) Uma aula introdutória, com uso de um projetor, que buscava utilizar da história do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil, em uma visão social e contextualizada; (III) Prática experimental, reprodução em escala laboratorial das rotas industriais; (IV) Atividade lúdica, jogo “QuimiAçúcar”; (V) Questionário final, para averiguar a compreensão dos processos e conteúdos químicos trabalhados durante a sequência.

É importante destacar que o trabalho consiste em um relato dos alunos da disciplina *Introdução à Pesquisa no Ensino de Química* da UFJF. O questionário final possui alta relevância para os mesmos, pois as respostas dos alunos do ensino médio proporcionaram aos graduandos uma avaliação da sequência didática, bem como sua relevância e também foi um *feedback* da postura dos futuros docentes em sala de aula. Nesta perspectiva, trataremos adiante a explanação de como foi possível trabalhar as temáticas abordadas por essa breve introdução com o propósito de apresentar nossa experiência para à comunidade que faz educação por meio da Química.

Metodologia e estratégia de ação

A sequência didática foi abordada em um Colégio de Aplicação, cujos participantes se encontravam cursando o terceiro ano do Ensino Médio nas turmas 3A, 3B e 3C. Ali desenvolvemos a sequência intitulada *Ciclo Açucareiro: da Fabricação de Açúcar a Produção de Etanol* como parte da referida disciplina, sendo o trabalho de campo conduzido durante o estágio obrigatório para Licenciandos em Química.

Nesse sentido, nosso objetivo geral foi investigar e contribuir, a partir de uma sequência didática diversificada, com a compreensão de processos químicos por trás do sistema de fabricação de açúcar e etanol a partir da cana-de-açúcar em turmas de 3º ano do Ensino Médio. Ao final, a sequência teve duração de 5 aulas de 50 minutos cada, acompanhadas nos dias 20, 22, 29 e 31 de maio de 2019.

Em linhas gerais, o primeiro momento baseou-se na distribuição, aos alunos de todas as turmas, de um questionário contendo 5 questões fechadas. Nosso intuito era o de verificar suas concepções prévias acerca do processamento da cana-de-açúcar na manufatura de novos produtos. A partir das respostas, o segundo passo envolveu ministrar uma aula utilizando como recurso um projetor *datashow*, a fim de introduzir o tema e oferecer uma base teórica para o momento seguinte, que compreendeu uma aula experimental para que se pudesse visualizar, de forma prática, processos por trás das produções de açúcar e etanol, simulando a rotina e os tratamentos químicos envolvidos em seus processos industriais.

Em seguida, propusemos um jogo didático como atividade lúdica para revisar o conteúdo ministrado, bem como ampliar o aprendizado dos alunos, estimulando a participação de todos. O jogo didático, intitulado de “QuimiAçúcar”, é composto por 28 perguntas de múltipla escolha, sendo 10 de conhecimentos variados e 18 de conhecimentos químicos – sendo todos os conteúdos previamente trabalhados –,

quando o jogador mover seu pião no tabuleiro, dependendo da cor em que o pião parar, o jogador será obrigado a responder uma pergunta ou poderá intimar um oponente a respondê-la (Figura 1).



Figura 1. Jogo didático “QuimiAçúcar”. Fonte: Autores.

A sequência didática foi finalizada com a distribuição de um segundo questionário, este composto por 6 questões, sendo 2 de caráter aberto e 4 de múltipla escolha, cujo objetivo foi avaliar o nível de compreensão e possível aproveitamento da dinâmica, bem como contribuir para uma formação dos licenciandos e proporcionar a ambos, licenciandos e alunos do ensino médio, uma experiência diferente. No total, 64 alunos participaram respondendo nossas perguntas, sendo 25 estudantes da turma 3A, 22 da turma 3B e 17 da turma 3C. Visando melhor organização, apresentamos, no Quadro 1, o cronograma com as atividades oferecidas.

Explicação das respostas obtidas nos questionários

Neste tópico, buscaremos realizar uma apresentação e uma discussão breve a respeito dos momentos que compuseram a sequência didática, bem como das perguntas e respostas provenientes dos questionários. Como será visto, uma característica presente nesta escrita é de, além dos relatos fornecidos pelos alunos, apontar para nossas expectativas quanto aos retornos, ora previstos ou inesperados, tal qual para a reflexão sobre pontos interessantes da sequência ou que poderiam ter sido melhor trabalhados.

Questões de caráter fechado

Primeiramente, a respeito da pergunta “Além da cana-de-açúcar, qual outra fonte é muito utilizada na obtenção de açúcar?” presente no primeiro questionário, 37 estudantes – logo a maior parte dos participantes – escolheram, corretamente, a beterraba. Este resultado nos gerou interesse, uma vez que o açúcar de beterraba é opção pouco comum para o brasileiro.

Por outro lado, como pode ser visto no gráfico 1, a segunda alternativa mais marcada, principalmente por alunos do terceiro ano C, foi a que correspondia à batata-doce. Acreditamos que esse equívoco possa ter sido causado pelo

Quadro 1. Cronograma das atividades.

Momento	Duração/ Data	Atividade	Conteúdo principal desenvolvido / Finalidade da atividade
01	15 min 20/05/2019	Distribuímos o primeiro questionário, com 5 questões de múltipla escolha, em cada turma.	Compreender os conhecimentos prévios de cada estudante sobre o assunto.
02	35 min 20/05/2019	O tema escolhido foi trabalhado com os alunos através de uma sequência de slides.	Abordamos o contexto histórico do primeiro relato da obtenção de açúcar a partir da cana-de-açúcar no Brasil. Composição do caldo de cana. Reação de formação da sacarose. Reação de sulfitação e de calagem. Processo de purificação (i) centrifugação; (ii) filtração (iii) decantação. Reação bioquímica de fermentação.
03	50 min 22/05/2019 e 29/05/2019	A aula prática foi dividida em dois momentos devido ao tamanho das turmas. Os alunos foram divididos em dois grupos que se revezaram para utilizar o laboratório de química da escola.	Esperávamos, com esta etapa, realizar os procedimentos abordados na aula teórica, possibilitando aos estudantes vivenciar as etapas da produção de etanol e açúcar. Os experimentos correspondem às reações acima; ao fim de cada experimento, a reação deveria ser montada pelo aluno no quadro do laboratório, quando necessário o licenciando auxiliava os estudantes.
04	1 h 25 min 31/05/2019	No último dia da sequência, propusemos um jogo didático chamado por nós de “QuimiAçúcar”, composto por 28 perguntas de múltipla escolha a respeito dos conteúdos trabalhados.	A ideia por trás do jogo foi revisar o conteúdo estudado, bem como ampliar o aprendizado dos alunos de uma maneira lúdica, estimulando a participação de todos. As perguntas abordavam temas sobre o contexto histórico trabalhado, sobre as reações químicas e a ordem das etapas na indústria, dentre outros.
05	15 min 31/05/2019	Desenvolvida logo após o jogo didático, essa etapa consistiu na aplicação de um segundo questionário	Para avaliarmos a aprendizagem após a sequência didática e proporcionar uma reflexão do trabalho dos licenciandos.

Fonte: Autores

nome *doce* do tubérculo, já que sua utilização como precursor do açúcar é baixa e incomum. Ainda assim, a partir deste e outros resultados que serão vistos a seguir, observamos um bom conhecimento prévio, importante para a preparação das atividades posteriores.

Em seguida, o gráfico 2 relaciona as respostas para a pergunta “Qual dos combustíveis abaixo apresenta menor impacto ambiental?” do questionário inicial. Ainda que o diesel e o querosene tenham sido escolhidos por 15 alunos cada - possivelmente por serem menos discutidos no dia a dia - o etanol foi a opção mais popular. Em contrapartida, é quase unânime que a gasolina causaria maior impacto

ambiental. Relacionamos a isso sua participação nas discussões cotidianas, seja pela mídia, escola ou seus círculos de convivência, uma vez que os combustíveis mais comuns a nós são justamente a gasolina e o etanol.

A respeito da questão “*Todo açúcar contém sacarose?*”, presente tanto no início quanto ao final das intervenções, obtivemos resultado diferente do previsto. Possuindo duas alternativas – *sim* e *não* – esperávamos que, no primeiro questionário, a maior parte dos alunos respondesse positivamente e, após intervenção, chegassem a compreender melhor a bioquímica presente nos açúcares, o que modificaria suas respostas.

Conforme pode ser visualizado no gráfico 3, primeiramente

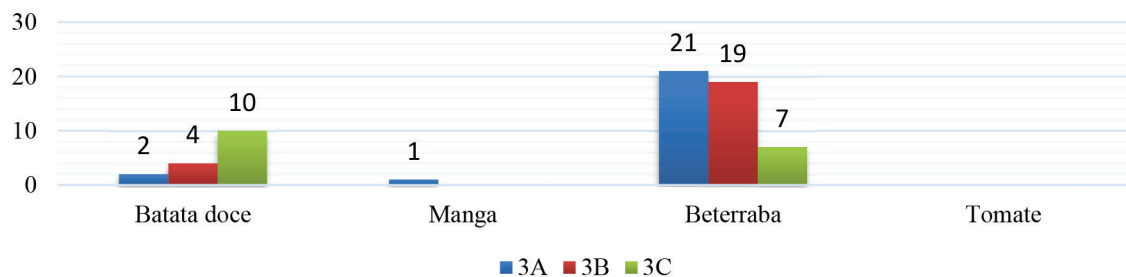


Gráfico 1. Respostas à pergunta “Todo açúcar contém sacarose?” em ambos os questionários. As turmas 3A, 3B e 3C possuem 24, 23 e 17 estudantes, respectivamente. Fonte: Autores.

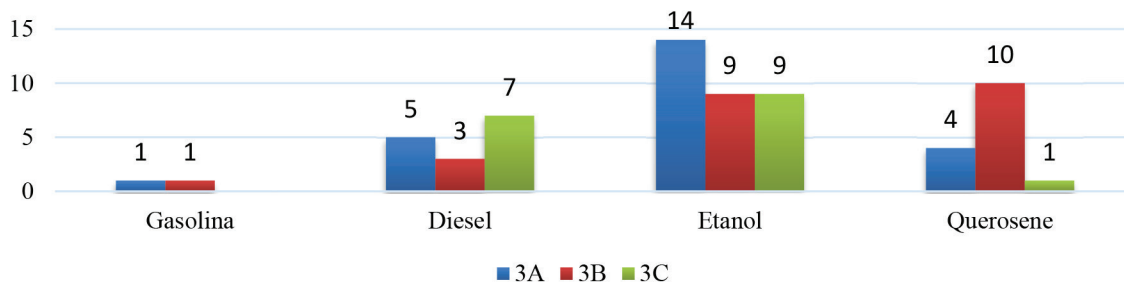


Gráfico 2. Respostas à pergunta “Qual substância garante o sabor adocicado da cana de açúcar?”. As turmas 3A, 3B e 3C possuem 24, 23 e 17 estudantes, respectivamente. Fonte: Autores.

30 participantes responderam *sim*, enquanto 34 responderam *não*. Já no último questionário obtivemos 34 respostas positivas e 30 negativas. Tais números indicam que as repostas de quase metade dos estudantes destoam em relação às repostas iniciais, bem como não houve mudança significativa ao final. A partir desse resultado, entendemos que houve falha de nossa parte no momento da aula, já que boa parte dos alunos manteve uma concepção equivocada a respeito desse assunto em específico.

De forma distinta, a pergunta “Além da utilização como fonte de produção de energia, qual outro destino é dado para o bagaço da cana-de-açúcar?”, também presente em ambos os questionários, gerou os resultados esperados. Primeiramente, a maior parte das repostas disse respeito ao uso do bagaço na fermentação alcoólica, sendo que apenas 9 participantes responderam corretamente (gráfico 4). Após as intervenções, porém, a alternativa esperada - alimentação bovina - foi marcada por 54 alunos, tendo decrescido o número de marcações

em todas as demais opções. Esse desfecho indica não apenas melhor compreensão das etapas de obtenção do álcool, como também de etapas secundárias envolvendo tal processo.

Relacionando a questão do primeiro questionário “Qual substância garante o sabor adocicado da cana de açúcar?” à pergunta “A sacarose possui uma ligação glicosídica formada por duas moléculas. Quais são elas?” do último momento, notamos evolução dos alunos no entendimento sobre os sacarídeos. Inicialmente, ainda que a maioria tenha respondido corretamente, as repostas estavam divididas entre sacarose e frutose, caracterizando certa incerteza entre uma resposta e outra (gráfico 5). Já no segundo questionário, o número de acertos foi 58 - representando 92% dos alunos, visto que um participante da turma B deixou a questão em branco - o que demonstra maior confiança no momento de tratar sobre esse conhecimento (gráfico 6).

Por fim, a questão “Para a formação da sacarose, há a perda de qual molécula?”, contida no questionário 2, teve

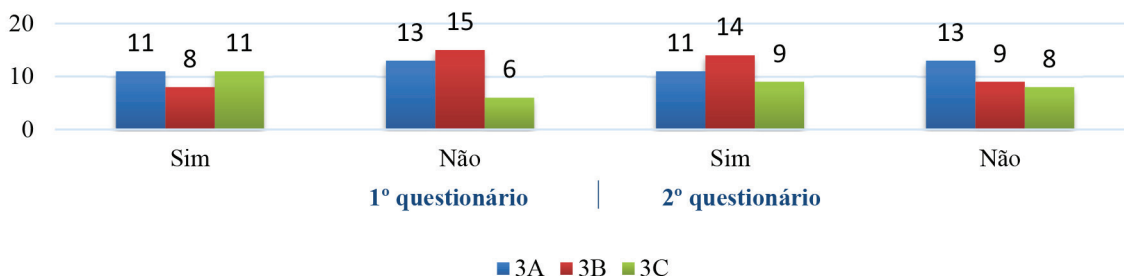


Gráfico 3. Respostas à pergunta “A sacarose é uma ligação glicosídica formada por duas moléculas. Quais são elas?”. As turmas 3A, 3B e 3C possuem 24, 23 e 17 estudantes, respectivamente. Fonte: Autores.

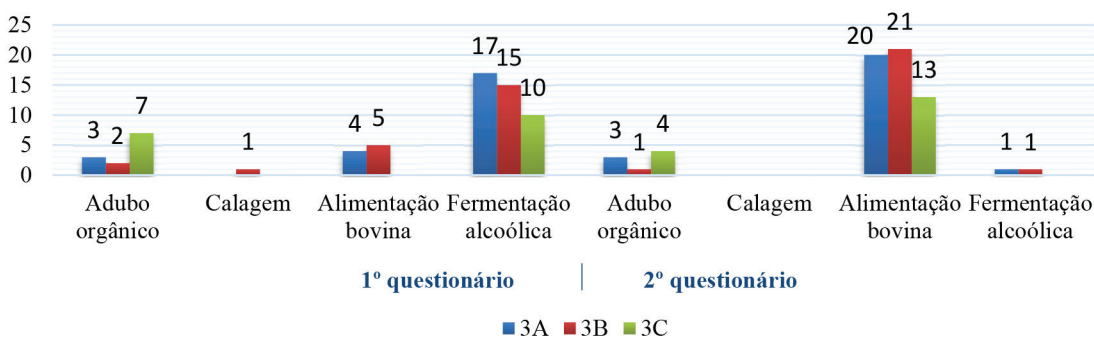


Gráfico 4. Respostas à pergunta “Além da utilização como fonte de produção de energia, qual outro destino é dado para o bagaço da cana-de-açúcar?”. As turmas 3A, 3B e 3C possuem 24, 23 e 17 estudantes, respectivamente. Fonte: Autores.

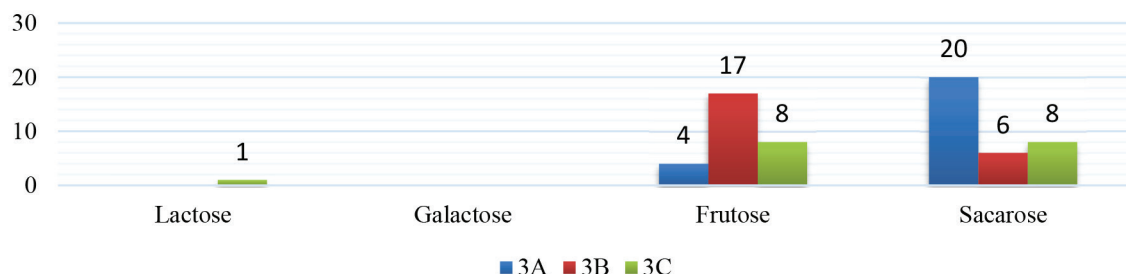


Gráfico 5. Respostas à pergunta “Além da cana-de-açúcar, qual outra fonte é muito utilizada na obtenção de açúcar?”. As turmas 3A, 3B e 3C possuem 24, 23 e 17 estudantes, respectivamente. Fonte: Autores.

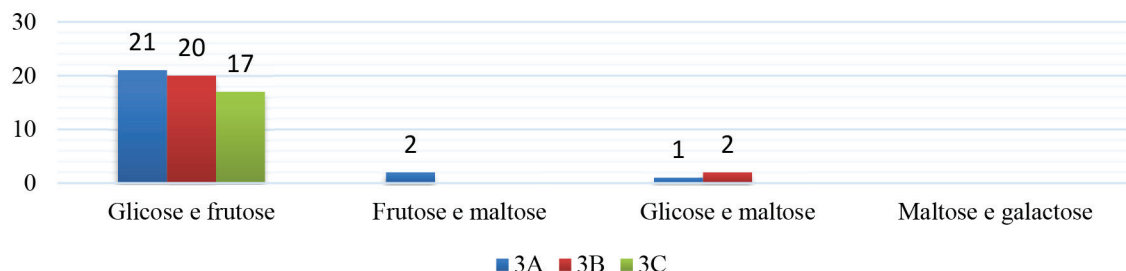


Gráfico 6. Respostas à pergunta “Qual dos combustíveis abaixo apresenta menor impacto ambiental”. As turmas 3A, 3B e 3C possuem 24, 22 e 17 estudantes, respectivamente. Fonte: Autores.

6

o CO_2 como resposta de maior índice, sendo H_2O a correta. Ainda que tenha sido a segunda mais escolhida, 50 alunos tiveram opiniões divergentes, número bastante significativo. Houve, pois, confusão entre o processo de branqueamento do caldo de cana e o processo de fermentação para obtenção de etanol. Na formação da sacarose há a perda de uma molécula de água, enquanto sua fermentação provoca quebra e liberação de dióxido de carbono. A partir destes dados, que podem ser melhor visualizados no gráfico 7, acreditamos que a quantidade de informações trazida no espaço de tempo dedicado à sequência de aulas foi excessiva, o que pode ter dificultado o aprendizado.

Questões de caráter aberto

A questão de número 5 do segundo questionário, uma das duas de caráter aberto, pedia “Faça o esquema das etapas de produção do açúcar”. A partir disso, orientamos os alunos a realizarem a atividade de forma livre, fosse através de desenhos, esquemas, diagramas, texto ou outras maneiras, sendo que a maioria preferiu dissertar a seu respeito. Definimos,

entre nós, que uma resolução correta deveria contemplar ao menos alguns dos processos físicos e químicos na ordem correta, sendo os mais citados a filtração, sulfitação e calagem. Somando-se as três turmas, 34 alunos apresentaram falhas nas respostas e 30 responderam corretamente.

Dentre os equívocos notados, parte dos estudantes representou as etapas da produção de etanol ao invés do açúcar, o que corrobora com a mesma tendência identificada em uma das questões de múltipla escolha analisadas anteriormente, na qual correlacionaram os processos de forma inapropriada. Por exemplo, o esquema feito pelo aluno 1A¹ - ao responder conforme a Figura 2 - trouxe elementos presentes em ambos os processos sem que houvesse distinção do produto final. Ainda que não interesse à questão o destino do bagaço, notamos que este aluno trouxe, também a partir de uma questão anterior, a informação ligada à alimentação bovina.

O aluno 2A, conforme a Figura 3, esquematizou corretamente e de maneira sucinta os processos de filtração, sulfitação e calagem, ainda que tenha começado as etapas

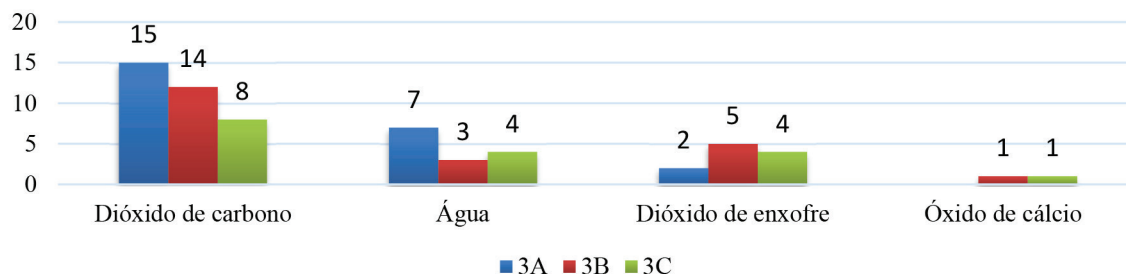


Gráfico 7. Respostas à pergunta “Para a formação da sacarose, há a perda de qual molécula?”. As turmas 3A, 3B e 3C possuem 24, 23 e 17 estudantes, respectivamente. Fonte: Autores.

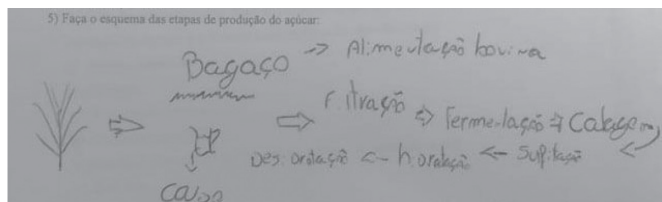


Figura 2. Resposta do Aluno 1A à quinta questão. Fonte: Autores.

pelo açúcar e não pelo caldo. Neste momento é importante salientar que os processos foram trabalhados na aula introdutória, sendo feita também sua demonstração experimental. Assim, sem nos adentrarmos em reflexões mais aprofundadas acerca do processo de aprendizagem, fornecemos aos alunos a base necessária para responder essa questão, como sugere Guimarães (2009).

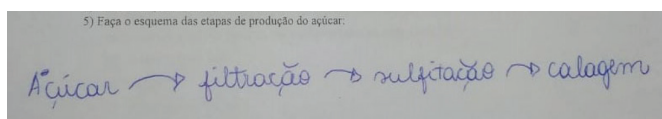


Figura 3. Resposta do Aluno 2A à quinta questão. Fonte: Autores.

Outra resolução interessante a ser exposta se encontra na Figura 4, em que o aluno 1B demonstrou criativamente o clareamento do caldo de cana. Poucos alunos optaram por desenhos, sendo que aqueles que preferiram esse método demonstraram como a memória visual foi importante para o ensino e aprendizagem dos conceitos. O aluno 1B, ainda que não tenha esboçado a calagem em sua representação, utilizou reticências em seu lugar, sinalizando saber que existe, ali, uma etapa intermediária.

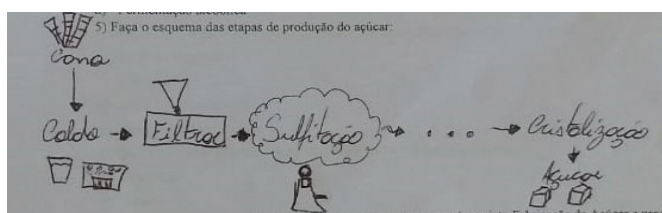


Figura 4. Resposta do Aluno 1B à quinta questão. Fonte: Autores.

O aluno 2B, por sua vez, descreveu as etapas de produção do açúcar da seguinte forma: sulfitação, filtração, fermentação e desidratação (Figura 5). Neste caso, além de inserir uma reação que se refere ao processo de obtenção do álcool, notamos um erro conceitual relacionado à ordem cronológica dos acontecimentos, visto que a filtração ocorre antes das demais etapas citadas. Como pode ser visto na Figura 6, o aluno 1C agiu de forma semelhante, tanto em relação à confusão entre os processos quanto a sua ordem. Mais uma vez, notamos características que nos sugerem a não ocorrência de aprendizagem significativa do que se sucede em cada fenômeno. Acreditamos, assim, que uma possível maneira de minimizar as concepções equivocadas entre os dois processos seria trabalhá-los em momentos diferentes.

Nos voltando agora à sexta e última questão, solicitamos

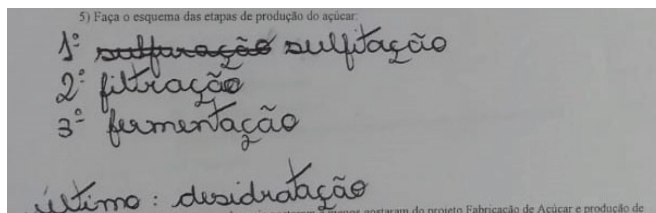


Figura 5. Resposta do Aluno 2B à quinta questão. Fonte: Autores.

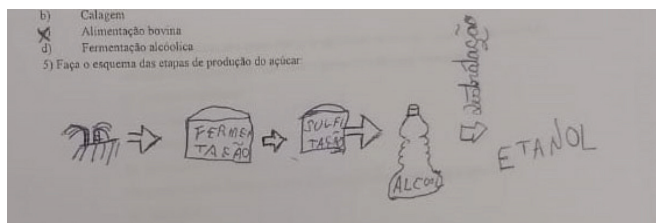


Figura 6. Resposta do Aluno 1C à quinta questão. Fonte: Autores.

aos alunos que comentassem sobre quais partes do projeto tiveram mais afinidade, bem como as que acreditassem não ter sido proveitosas. Este momento foi importante para entendermos qual ou quais metodologias foram melhor aceitas pela maioria dos estudantes, bem como utilizar o *feedback* para aprimorarmos nossas práticas docentes em permanente formação.

Para analisar essa questão, fizemos sua categorização segundo os preceitos de Bardin (2016), resultando em 5 tópicos: (i) *aplicabilidade do conceito*, (ii) *dificuldade de entendimento* e (iii) *interesse pela aula teórica*, (iv) *pela experimentação* ou (v) *pelo jogo*, como foi organizado no gráfico 8. Ressaltamos, uma vez que as escritas pudessem contemplar mais de uma vertente, que uma mesma resposta pode ter sido classificada em mais de uma categoria.

Conforme esperávamos a partir das leituras de Santana e Rezende (2008) e Cunha (2012), a maior parte dos estudantes descreveu ter gostado, em especial, do jogo didático, sendo a aula teórica de menor apreço – ainda que alguns alunos tenham trazido sua importância como introdutória ao entendimento dos processos adotados no restante da sequência. Grande parte, em sua maioria da turma B, também mencionou a experimentação como um momento importante da aprendizagem. Cabe destacar que muitos estudantes relataram sobre a aplicabilidade dos conceitos no cotidiano, como por exemplo a utilização do bagaço da cana na alimentação de bois e vacas.

Como mencionado, o aluno 3A afirmou ter gostado da sequência didática como um todo, ressaltando a aula prática e o jogo, como mostra a Figura 7. Esse tipo de resposta, em corroboração a Guimarães (2009), Santana e Rezende (2008), demonstra a importância da utilização de atividades lúdicas e experimentações, muitas vezes incomuns em sala de aula, para instigar o interesse dos estudantes pela disciplina.

Em um último exemplo de resposta, o aluno 4A optou por um formato distinto dos demais, trazendo não as metodologias, mas informações específicas trabalhadas em sala (Figura 8). Por exemplo, o estudante indicou ter

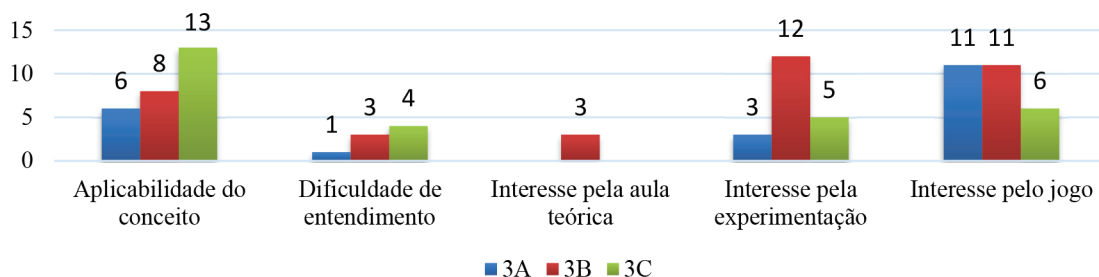


Gráfico 8. Relatos dos alunos sobre aspectos diversos da sequência didática. As categorias foram escolhidas de forma a contemplar as repostas dos estudantes, então, uma resposta pode ter sido classificada em mais de uma categoria. Fonte: Autores.

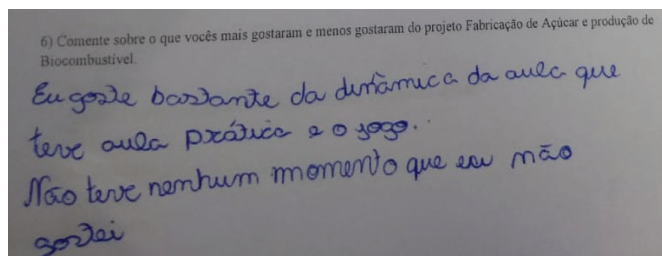


Figura 7. Resposta do Aluno 3A à sexta questão. Fonte: Autores.

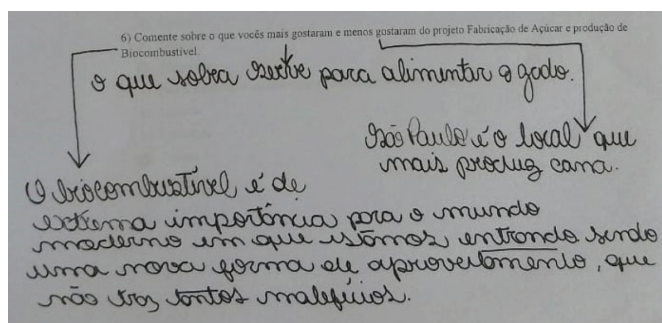


Figura 8. Resposta do Aluno 4A à sexta questão. Fonte: Autores.

compreendido a importância dos biocombustíveis, uma alternativa – proveniente da cana-de-açúcar – mais limpa em relação aos combustíveis fósseis. Por fim, ele também parece ter indicado que não o agradou saber que São Paulo é o estado de maior produção de cana, possivelmente por esperar que fosse Minas Gerais, onde reside.

Considerações Finais

De forma geral, os alunos obtiveram bom aproveitamento conforme suas respostas. Dentre os resultados alcançados, consideramos importante ressaltar primeiramente o sucesso do trabalho envolvendo estratégias de ensino variadas em auxiliar os estudantes a melhor relacionar o conteúdo com seu cotidiano, construindo um ensino mais democrático e questionador. Além disso, a partir da teoria aplicada (Savi, 2009; Guimarães, 2009; Santana e Rezende, 2008; Cunha, 2012), visualizamos a necessidade de incluir a experimentação e a ludicidade em sala de aula, o que reforça a importância da utilização de metodologias que fujam ao tradicional e despertem o interesse, proporcionando uma aprendizagem prazerosa e que instigue o interesse

por parte dos discentes.

Consideramos que, a partir das atividades desenvolvidas, tenhamos alcançado nossos objetivos, uma vez que percebemos evolução quanto ao conhecimento dos processos químicos por trás do sistema de fabricação de açúcar e etanol a partir da cana-de-açúcar. Ainda assim, reconhecemos o cuidado necessário no planejamento das aulas, devemos estar mais atentos à quantidade e distribuição dos conteúdos apresentados, bem como a uma didática de qualidade.

A experiência com a execução da sequência didática na disciplina *Introdução à Pesquisa no Ensino de Química* foi enriquecedora para os licenciandos e para os alunos do ensino médio. Os licenciandos vivenciaram, de forma prática, o quão importante é abordar os conceitos químicos de forma contextualizada e a aproximar os alunos do setor industrial, no caso a indústria canavieira, o que tornou a execução desta sequência dinâmica e prazerosa para ambos. As metodologias diversificadas utilizadas ao longo do trabalho proporcionaram atender um maior número de estudantes, uma vez que o conteúdo químico foi abordado durante toda a sequência didática de formas distintas.

Nota

¹Optamos pela seguinte representação para indicar os estudantes, sendo que a letra corresponde a uma das três turmas participantes.

Paulo Henrique de Melo (ptoledo@ice.ufjf.br), bacharel e licenciando em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora e mestrando em Físico-Química pela mesma Instituição. Juiz de Fora, MG – BR. **Alvaro Cesar Cagnin Barra** (alvaro_cagnin@hotmail.com), licenciado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG – BR. **Karine Gabrielle Fernandes** (karinegfe@gmail.com), licenciada em Química pelo Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, mestre em Educação pela Universidade Federal de Juiz de Fora e doutoranda em Química pela mesma Instituição. Juiz de Fora, MG – BR. **Fabiana Andrade da Costa Vieira** (fa_07_10@hotmail.com.), licenciada em Química pela Instituto Federal de Rio Pomba, mestre em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo, doutora em Educação pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e professora de Química do Colégio de Aplicação João XXIII (UFJF). Juiz de Fora, MG – BR. **Ivoni Freitas-Reis** (ivonireis@gmail.com), licenciada e bacharelada em Química pela Universidade Federal de Viçosa, mestre e doutora em História da Ciência pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e professora de Química da Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG – BR.

Referências

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016. p. 279.

BRAIBANTE, M. E. F. *et al.* A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: uma abordagem interdisciplinar. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 1, p. 3–10, 2013.

CASTRO, B. J. de; COSTA, P. C. F. Contribuciones de un juego en la enseñanza y el aprendizaje de la química en la educación básica vista desde el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, v. 6, n. 2, p. 25–37, 2010. Disponível em: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662011000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=pt, acesso em jan. 2020.

CASTRO, E. A.; PAIVA, F. M.; SILVA, A. M. Aprendizagem em química: desafios da educação básica. *Nova Paideia*, v. 1, n. 1, p. 73–88, 2019. Disponível em: <http://novapaideia.org/ojs/ojs-2.4.8-3/index.php/RIEP/article/view/15/43>, acesso em jan. 2020.

CUNHA, M. B. da. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Pesquisa em Ensino*, v. 34, p. 92–98, 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf, acesso em jan. 2020.

GRESZCZYSCZYŃ, M. C. C. *et al.* A perspectiva semiótica de Pierce para o ensino e aprendizagem de química. In: ENCONTRO

NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1475-1.pdf>, acesso em jan. 2020.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, p. 198–202, 2009.

PAPERT, S. M. *A Máquina das Crianças*: repensando a escola na era da informática. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. p. 210.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>, acesso em jan. 2020.

SANTANA, E. M. de; REZENDE, D. B. Influência de jogos e atividades lúdicas no ensino e aprendizagem de química. Instituto de Física da USP, 2008. Disponível em: <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p467.pdf>, acesso em jan. 2020.

SAVI, R. Utilização de projeção multimídia em salas de aula: observação do uso em três escolas públicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 20., 2009, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1148>, acesso em jan. 2020.

Abstract: *Sugar Cycle: from the making of sugar to ethanol production.* The present report, explained by the students of the undergraduate course in chemistry at the Federal University of Juiz de Fora, consists of the project presentation and development activity during an Introduction to Research in Chemistry Teaching discipline. The Sugar Cycle theme choice comes from its presence in the Selective Mixed Admission Program content, also from UFJF, which is not included in the school considered. Supported by the need for more dynamic and contextualized teaching, we opted for diverse teaching methods, such as, playful in learning and experimentation in teaching chemistry. Based on them, we proposed a didactic sequence that aimed to improve the understanding of the chemistry behind the processes inherent to the sugarcane cycle, which was applied to 64 students in the 3rd year of high school. It was possible to perceive good performance and enthusiasm of the students about the resources used.

Keywords: sugarcane. sequence didactic. didactic game