



PRODUÇÃO DE SALICILATO DE METILA (GELOL) UTILIZANDO UMA FONTE DE ENERGIA ALTERNATIVA. UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL APLICADA A ALUNOS DE ENSINO MÉDIO.

PRODUCTION OF METHYL SALICYLATE (GELOL) USING AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE. AN EXPERIMENTAL ACTIVITY APPLIED TO HIGH SCHOOL STUDENTS.

¹ Felipe Vitória Ribeiro, autor;

² Ana Paula de Oliveira Amorim, coautora;

³ Carlos da Silva Lopes, coautor;

¹ Programa de Residência Docente – Colégio Pedro II
Rio de Janeiro, vitorioch@gmail.com;

² Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro – SEEDUC/RJ
Rio de Janeiro, anamorim16@gmail.com;

³ Colégio Pedro II – Campus Tijuca II – Rio de Janeiro, lopescsilva1966@gmail.com

RESUMO

Este trabalho tem como proposta a aplicação de uma atividade experimental de síntese orgânica, em sala de aula, que contextualiza conceitos pertencentes ao currículo mínimo (CM) da Rede Pública Estadual de Ensino do Estado do Rio de Janeiro, com princípios de química verde. A proposta envolve uma reação de esterificação em que são explorados conteúdos como reconhecimento de funções orgânicas, conceitos de acidez e basicidade e solubilidade. A metodologia empregada inclui a aplicação, a alunos de uma turma de 3ª série do Colégio Estadual José Maria de Brito em Itaguaí-RJ, de um questionário pré e pós-experimento. O questionário de cunho investigativo analisou o conhecimento dos alunos sobre o uso do micro-ondas, princípios de química verde e tema básicos do CM. A atividade contou com o uso de um micro-ondas doméstico e reagentes para a obtenção do salicilato de metila (Gelol), um importante e famoso fármaco utilizado, em geral, para dores musculares. Uma avaliação qualitativa da atividade mostrou um grande interesse da parte dos alunos e uma concentração diferente da observada nas aulas tradicionais. O resultado dos questionários indicou que após a aula experimental os alunos tiveram mais facilidade em compreender e assimilar os conteúdos abordados, comprovando que as atividades experimentais são ferramentas de grande valia no processo ensino aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de química. Experimentação. Síntese orgânica.

Abstract

This work proposes the application of an experimental activity of organic synthesis, in the classroom, which contextualizes concepts belonging to the minimum curriculum (CM) of the State Public Education Network of the State of Rio de Janeiro, with principles of green chemistry. The proposal involves an esterification reaction in which contents such as recognition of organic functions, concepts of acidity and basicity and solubility are explored. The methodology employed includes the application, to students of a 3rd grade class at Colégio Estadual José Maria de Brito in Itaguaí-RJ, of a pre and post-experiment questionnaire. The investigative questionnaire analyzed the students' knowledge about the use of microwaves, green chemistry principles and basic CM theme. The activity relied on the use of a domestic microwave and reagents to obtain methyl salicylate (Gelol), an important and famous drug used, in general, for muscle pain. A qualitative evaluation of the activity showed a great interest on the part of the students and a different concentration from that observed in traditional classes. The result of the questionnaires indicated that after the experimental class, students found it easier to understand and assimilate the contents covered, proving that the experimental activities are valuable tools in the teaching-learning process.

Key words: Chemistry teaching. Experimentation. Organic synthesis..

1 INTRODUÇÃO

Experimentação em Química

O formato de aula tradicional e o discurso do professor em sala de aula não são suficientes na tentativa de aproximar a Química do cotidiano dos alunos de Ensino Médio (MALDANER; PIEDADE, 1995). As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino propõem a prática de contextualizar os programas de Química com o cotidiano vivenciado pelos alunos, para dar maior sentido e clareza à aprendizagem (BRASIL, 1998), o que é corroborado pelo pensamento de Piaget (1977, p.10): “o conhecimento realiza-se através de construções contínuas e renovadas a partir da interação com real”. Nesse propósito, uma valiosa ferramenta de aprendizagem para o Ensino de Química são as atividades experimentais. Muitos professores reconhecem a importância da experimentação química, mas são poucos os que fazem uso delas em suas aulas (BERNARDINO, 2002).

Chassot *et al.* (1993, p.48) apresentam ideias de como a experimentação pode ser útil no processo de ensino-aprendizagem. Ele defende o desenvolvimento de uma Química onde a experimentação seja uma forma de absorver informações da realidade, sendo essas de extrema importância para a reflexão crítica sobre o mundo. Chassot defende o emprego do Ensino de Química como meio de educação para a vida, e a existência de relações entre os conteúdos aprendidos e o cotidiano, bem como com outras áreas do conhecimento.

Mesmo que às vezes colocada em segundo plano, a importância do trabalho de laboratório dentro da educação em ciências é incontestável. A experimentação como ferramenta de ensino-aprendizagem abrange atividades realizadas com os alunos em sala de aula ou laboratório de ciências, sendo demonstrativa ou realizada pelo aluno, de forma individual ou em grupo, mas como proposta uma melhora no processo ensino aprendizagem.

Para Hofstein (2015), as formas de abordagem da experimentação podem ser classificadas quanto as condições operacionais e a abertura que se dá aos estudantes no momento da realização do experimento. Para a maioria das escolas brasileiras, onde não há laboratório de ciências, a atividade é realizada pelo professor de forma demonstrativa. Para o autor, esta abordagem apresenta as vantagens de: “(i) controlar todas as ações e dinâmica do experimento, podendo explicar passo-a-passo todas as etapas e o propósito desejado com a sua realização; (ii) concentrar a atenção dos estudantes em aspectos específicos os quais se deseja observar; (iii) evitar riscos à segurança dos estudantes quando os materiais são perigosos; (iv) reduzir custos com a compra de materiais para os estudantes realizarem os experimentos individualmente ou em grupos; (v) utilizar a própria sala de aula para a realização do experimento, quando não há espaço adequado para isso.

Em relação a abertura que se dá aos estudantes por meio da adaptação das ideias, a experimentação pode ser entendida como um momento de confirmação ou investigação. Na experimentação por meio da confirmação o professor planeja o experimento, debate o experimento durante a aula e fornece o procedimento a ser trabalhado na atividade. Nessa

abordagem, o experimento é moderado pelo professor e os resultados conhecidos de antemão pelos estudantes (HOFSTEIN, 2015).

O uso de experimentos como recurso didático não é novidade, surgiu nas décadas de 1960 e 1970 e se espalhou pelas escolas do mundo. Para Hodson (1998) existem dez motivos para a realização de atividades experimentais na escola:

- 1) Estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados;
- 2) Promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum;
- 3) Desenvolver habilidades manipulativas;
- 4) Treinar em resolução de problemas;
- 5) Adaptar as exigências das escolas;
- 6) Esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;
- 7) Verificar fatos e princípios estudados anteriormente;
- 8) Vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios;
- 9) Motivar e manter o interesse na matéria;
- 10) Tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência.

Uma das funções das atividades experimentais é, com a ajuda do professor e a partir das hipóteses e conhecimentos anteriores, ampliar o conhecimento do aluno sobre fenômenos naturais e fazer com que ele as relacione com sua maneira de ver o mundo (PAVÃO; FREITAS, 2008).

A química orgânica é uma área muito importante e interessante da química, e favorece o uso de atividades experimentais em sala de aula, sendo parte do currículo mínimo e muito abordada nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) (SILVA, A.M.; SILVA, E.A., 2012).

É definida como a química que estuda os compostos de carbono. Os compostos orgânicos são encontrados em todos os seres vivos. Na composição do nosso organismo, por exemplo, estão presentes várias moléculas orgânicas, como por exemplo, as estruturas celulares e o próprio DNA. No meio ambiente, assim como os seres humanos, as plantas e todos os organismos vivos têm em sua constituição moléculas orgânicas, tais como ureia, amido, glicose, lipídios, hormônios, aminoácidos etc. A química orgânica, também está presente nas indústrias para a fabricação e elaboração de medicamentos, dentre eles o salicilato de metila um medicamento com propriedades analgésica e anti-inflamatória. Está presente também na indústria de plásticos, corantes, alimentos, combustíveis, entre várias outras.

2 USO DE MICRO-ONDAS EM SÍNTESE ORGÂNICA

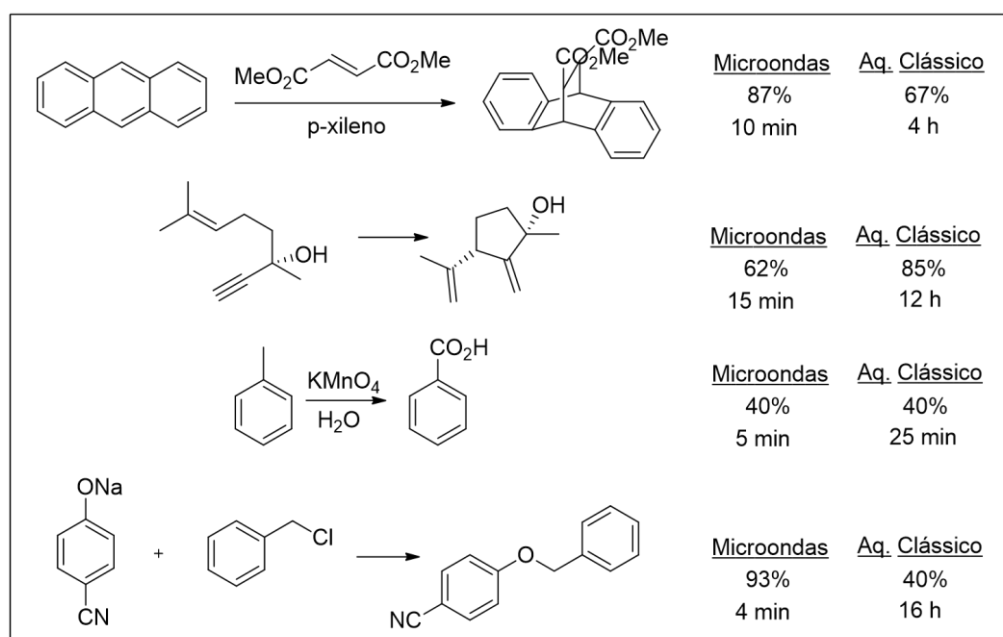
O forno micro-ondas é um eletrodoméstico bastante utilizado nos dias de hoje, e está presente na maioria das cozinhas, copas e espaços culinários, sendo muito útil no preparo e

no descongelamento de alimentos, pela agilidade e praticidade. Muitas pessoas não têm a clareza de como se dá o seu aquecimento e o seu funcionamento. As micro-ondas, utilizadas para o aquecimento, são uma fonte de energia na forma de energia eletromagnética, assim como a luz ou ondas de rádio, e ocupam uma parte do espectro de força eletromagnética situada entre 103 e 105 MHz. São forças eletromagnéticas de baixa frequência, elevado comprimento de onda e não ionizantes, ou seja, ao serem irradiadas sobre determinado objeto, seu principal efeito é térmico, através da agitação das moléculas (COSTA, 1995).

O magnéton é o componente mais importante do micro-ondas, pois sob vácuo, converte energia elétrica em micro-ondas. Uma diferença de potencial constante é aplicada gerando um campo magnético, que ordena as moléculas polares presentes nos alimentos fazendo com que estas se aqueçam devido à energia cinética de rotação dipolar (BARBOSA *et al.*, 2011).

Recentemente, tem-se estudado reações químicas conduzidas em forno de micro-ondas de cozinha ou em reatores adaptados. Os primeiros relatos de sínteses orgânicas conduzidas em forno de micro-ondas doméstico surgiram em dois trabalhos, independentes, de Gedye e Guigere (1986, **apud SANSEVERINO, 2002**). As reações foram conduzidas num frasco selado, comparando-as com o aquecimento convencional em placa de aquecimento. A Figura 1 traz quatro exemplos comparativos de reações orgânicas realizadas em aquecimento clássico e aquecimento usando micro-ondas. Os rendimentos em porcentagem e o tempo de reação são melhores nas reações realizadas em micro-ondas. (SANSEVERINO, 2002; VITÓRIO *et al.*, 2015).

FIGURA 1: COMPARAÇÃO ENTRE O RENDIMENTO DE REAÇÕES UTILIZANDO AQUECIMENTO CONVENCIONAL E MICRO-ONDAS DOMÉSTICOS.



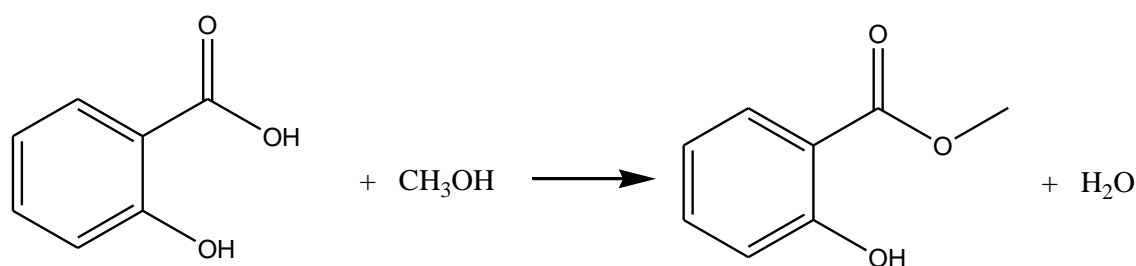
Fonte: Próprio autor.

Reações em micro-ondas doméstico, sem uso de solvente, tem sido estudada. Esta técnica pode ser considerada como um procedimento de Química Verde ou Química Limpa, pois elimina a necessidade de reciclar, descartar e manipular solventes orgânicos, que muitas vezes é tóxico, inflamável e/ou ataca a camada de ozônio (VARMA, 1999; SANSEVERINO, 2002).

Revistas científicas com grande visibilidade mundial publicam artigos sobre atividades experimentais de química orgânica fazendo o uso de micro-ondas caseiro. Como exemplo pode-se citar a síntese da N-fenil-succinimida, que é um precursor na rota sintética de substâncias bioativas. O uso do micro-ondas caseiro, além de fácil e barato, leva a produtos com 60% de rendimento em menor tempo reacional, o que viabiliza sua aplicação como atividade experimental, seja para o Ensino Médio ou Ensino Superior (SHELL *et al.*, 2011; PEREIRA, *et al.*, 2018).

Nesse sentido, este trabalho utilizou um micro-ondas doméstico na síntese de um famoso medicamento, o salicilato de metila (Figura 2), conhecido popularmente como Gelol, valorizando conteúdos importantes do Currículo Mínimo como Reconhecimento de Funções Orgânicas e Solubilidade, além de ressaltar alguns princípios da química verde.

Figura 2: Equação química da síntese do salicilato de metila a partir da ácido salicílico.



Fonte: Próprio autor.

Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi trabalhar alguns conteúdos da química orgânica como identificação de funções orgânicas, acidez e basicidade, solubilidade a partir de uma atividade experimental em sala de aula, a síntese do salicilato de metila (Gelol), fazendo uso de um micro-ondas e valorizando princípios da química verde. A estratégia utilizada para a atividade proposta foi:

- Aplicar um questionário pré atividade experimental para avaliar o conhecimento dos alunos acerca de temas como: energia, micro-ondas, reconhecimento de funções orgânicas, acidez e basicidade, solubilidade e reações orgânicas.

- Fazer uma atividade demonstrativa, em sala de aula, da síntese do salicilato de metila, usando como fonte de energia um aparelho de micro-ondas doméstico.

- Discutir o processo experimental utilizado valorizando todos os conteúdos químicos envolvidos.
- Aplicar o questionário pós-aula experimental.
 - Analisar os dados coletados dos questionários pré e pós atividade experimental.
 - Discutir a validade da atividade na melhora do processo ensino aprendizagem.

3 METODOLOGIA

A atividade foi aplicada em uma turma de 3ª série do Ensino Médio com 30 alunos do Colégio Estadual José Maria de Brito localizado no município de Itaguaí no Rio de Janeiro.

O presente trabalho qualitativo se caracteriza como estudo de caso. A atividade foi realizada em dois momentos, todos em sala de aula:

1ª aula: Aplicação de um questionário pré atividade experimental, para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos, com posterior aula teórica apresentando os temas a serem abordados.

2ª aula: Atividade experimental e reaplicação do questionário pós atividade com o objetivo de comparar os resultados com o questionário aplicado pré atividade.

3.1 O Procedimento experimental da síntese do salicilato de metila.

Em um Erlenmeyer de 50 ml são adicionados, cuidadosamente, 122 mg de ácido salicílico, 2 ml de metanol e 0,5 ml de ácido sulfúrico. Colocar o erlenmeyer em um aparelho de micro-ondas doméstico na sua potência máxima, aproximadamente 600W, durante 30 segundos. Após deixar a solução reacional esfriar, adicionar 20 ml NaHCO_3 5% (m/v) com bastante agitação, até completa neutralização (verificar com papel de pH). Transferir a solução para um funil de separação e extrair com 50 ml de éter etílico. Secar a fase orgânica extraída com sulfato de sódio. Deixar o solvente evaporar à temperatura ambiente.

Questionário aplicado pré e pós atividade aos alunos.

1. Qual o tipo de reação orgânica proposta no experimento?

- a) Basificação; b) Esterificação; c) Oxidação.

2. Qual a vantagem do forno de micro-ondas em relação ao forno comum?

- a) A forma de aquecimento é igual para ambos, mas o tempo é menor;
b) A forma de aquecimento é melhor e o tempo menor;
c) A forma de aquecimento é melhor, e o tempo é semelhante para ambos.

3. O micro-ondas pode ser usado para fazer reações químicas?

- a) Sim; b) Não; c) Talvez.

4. Qual meio reacional seria importante na reação proposta no experimento em sala de aula?

- a) Básico, para desprotonação da hidroxila do grupamento ácido carboxílico;
- b) Neutro, para que não haja mudança no pH;
- c) Ácido, para que haja protonação da carboxila do grupamento ácido carboxílico.

5. Em relação à química e ao meio ambiente pode-se afirmar que:

- a) Os processos químicos são responsáveis pela contaminação ambiental;
- b) Os processos químicos são responsáveis pela preservação ambiental;
- c) Os processos químicos, dependendo do seu uso, podem contaminar ou preservar

o meio ambiente.

6. Em sua opinião, o que é química verde?

a) É uma linha de pensamento que tem se difundido cada vez mais a fim de tornar a química mais consciente;

b) Consiste na utilização de um conjunto de princípios que reduzem ou eliminam o uso ou a geração de substâncias perigosas durante o planejamento, manufatura e aplicação de produtos químicos;

c) Usa materiais recicláveis, para incentivar a conscientização dos profissionais.

7. O que é uma reação química?

a) É quando certas substâncias sofrem transformações químicas em relação ao seu estado inicial (reagentes);

b) É quando certas substâncias sofrem transformações físicas em relação ao seu estado inicial (reagentes);

c) É quando certas substâncias sofrem transformações em relação ao seu estado inicial (produtos).

8. Dado o trecho: “Após deixar a solução reacional esfriar, adicionar 20 ml NaHCO_3 5% (m/v) com bastante agitação”. Para que serve a adição de bicarbonato de sódio?

- a) Neutralizar a solução;
- b) Salificar a solução;
- c) Acidificar a solução.

9. Dado o trecho: “Transferir a solução aquosa para um funil de separação e extrair com 50 ml de éter etílico”. A palavra extrair significa:

- a) Destilar;
- b) Reagir;
- c) Remover.

10. Uma reação de esterificação ocorre entre um

- a) ácido carboxílico e um álcool;
- b) éter e um álcool;
- c) aldeído e uma cetona.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante todas as etapas do experimento os alunos se mostraram muito interessados e participativos, sem conversas paralelas, mas, sim, com muitas perguntas sobre o tema e, principalmente, sobre o experimento.

Outro aspecto importante é que apesar do Colégio Estadual não possuir laboratório de Ciências a atividade experimental, realizada em sala de aula, atingiu os objetivos propostos, tendo uma grande aceitação pela turma. Isto demonstra que a ausência de laboratórios de

Ciências não inviabiliza o uso de atividades experimentais de baixo custo durante as aulas de Química estando de acordo com o descrito por Hofstein (2015) .

Os alunos responderam ao questionário em dois momentos, antes e após a aplicação do experimento, sendo observada uma mudança considerável nas respostas após aula experimental, sendo notória uma maior clareza em relação aos temas abordados.

Um dos objetivos deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação atividade experimental na consolidação do conhecimento dos alunos sobre alguns conteúdos importantes da Química Orgânica como: reconhecimento de funções orgânicas, acidez e basicidade, solubilidade a partir de uma reação de esterificação de uma substância conhecida pelos alunos. Os resultados obtidos, a partir das respostas dos questionários pré e pós atividade, mostraram uma melhora nos conteúdos discutidos (Tabela 1 e Figura 3).

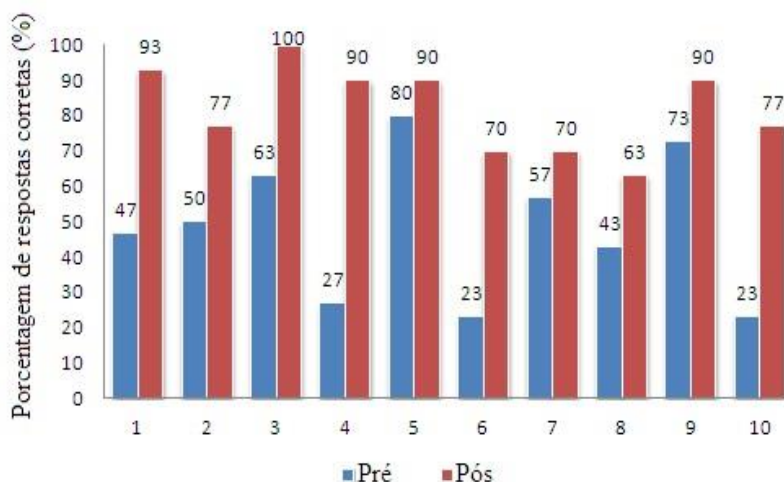
Tabela 1: Comparação, em porcentagem, do índice de acerto das perguntas do questionário aplicado pré e pós atividade.

Questão	Pré-experimento	Pós-experimento
1	47%	93%
2	50%	77%
3	63%	100%
4	27%	90%
5	80%	90%
6	23%	70%
7	57%	70%
8	43%	63%
9	73%	90%
10	23%	77%

Fonte: Próprio autor.

Pode-se perceber uma melhora significativa do conhecimento dos alunos, ressaltando principalmente o resultado obtido nas perguntas 1, 4 e 10 em que, na aplicação pré atividade, percebe-se um quase desconhecimento sobre os assuntos abordados, o que melhorou consideravelmente após a atividade experimental. Estas questões estão relacionadas a um processo bastante usual na Química e bastante cobrado nas provas dos principais concursos de vestibular nacionais, entre eles o Enem.

Figura 3. Representação gráfica da comparação, em porcentagem, do índice de acerto das perguntas do questionário aplicado pré e pós atividade.



Fonte: Próprio autor.

A questão 1, “Qual o tipo de reação orgânica proposta no experimento?” e 10, “Uma reação de esterificação ocorre entre um” são complementares, e acreditamos que a atividade experimental ajudou os alunos a fixarem o que é uma reação de Esterificação.

Já a questão 4, “Qual meio reacional seria importante na reação proposta no experimento em sala de aula?”, apesar de explorar um pouco o conceito de mecanismo de reação, pode-se analisá-la a partir da leitura cuidadosa do procedimento experimental, observando a presença do ácido sulfúrico no processo. Um fator relevante em relação a esta pergunta é ressaltar para os alunos a sua ação como catalisador da reação. A questão valoriza conceitos de acidez e basicidade, bem como sua classificação, força e o seu uso. Estes ensinamentos são trabalhados em consonância com o seu cotidiano pois, por exemplo, encontra-se como facilidade ácidos presentes nos alimentos como o vinagre e o ácido cítrico e bases como medicamento na forma de leite de magnésia.

As questões 7, 8 e 9, também estão relacionadas aos fenômenos químicos.

A questão 7, “O que é uma reação química?”, trata de um conceito simples que envolve a definição de reagentes e produtos. Apesar de uma melhora no seu entendimento, 57% para 70%, percebeu-se a necessidade de trabalhá-lo novamente ressaltando a sua definição.

A questão 8, “Dado o trecho: “Após deixar a solução reacional esfriar, adicionar 20 ml NaHCO_3 5% (m/v) com bastante agitação”. Para que serve a adição de bicarbonato de sódio?”, explora o caráter ácido base de sais, que não é tão trivial para alunos de Ensino Médio, mas que, de forma recorrente, é encontrado nas provas de concurso. O resultado do questionário mostra uma pequena melhora no entendimento deste conceito, de 43% para 63%. O bicarbonato de sódio é uma das drogas mais usadas para atuar na acidez estomacal,

o que torna o assunto próximo do cotidiano do aluno. Porém, como a discussão do caráter ácido base de sais não faz parte do Currículo Mínimo de Química do Estado do Rio de Janeiro está perguntando se tornou mais desafiadora para os alunos. Mesmo assim, acreditamos que valha a pena um trabalho mais cuidadoso deste tema, revendo conceitos de ácidos e bases, suas respectivas forças, além de uma revisão de reações de neutralização.

A questão 9, *“Dado o trecho: “Transferir a solução aquosa para um funil de separação e extrair com 50 ml de éter etílico”. A palavra extrair significa:”*, envolve um conceito bastante presente no cotidiano dos alunos, pois processos de produção de café ou chá envolvem o processo de extração. Isto justifica que, já no questionário pré atividade o resultado fosse satisfatório, 73%, o que melhorou significativamente no questionário pós atividade, 90%. Esta pergunta é interessante pois o professor pode explorar o conceito de interações intermoleculares para discutir solubilidade e justificar o motivo pela qual se usa éter etílico para extrair o salicilato de metila.

As questões 2 e 3 envolvem conceitos básicos sobre o uso de micro-ondas já que este foi o meio de aquecimento da atividade proposta.

A questão 2, *“Qual a vantagem do forno de micro-ondas em relação ao forno comum?”*, teve uma variação de respostas corretas de 50% para 77%. O propósito desta pergunta era chamar a atenção da importância do conhecimento de materiais ou aparelhos que utilizamos em nossa casa, trabalho, escola etc. Pois o entendimento do seu funcionamento pode nos proporcionar formas variadas de uso além da sua utilização convencional. Ao apresentarmos uma reação química feita com o auxílio do micro-ondas os alunos puderam entender seu uso e funcionamento, bem como sua versatilidade de uso.

A questão 3, *“O micro-ondas pode ser usado para fazer reações químicas?”* teve como objetivo instigar o aluno a pensar nos diferentes usos que um aparelho doméstico pode ter. Isto ficou evidenciado pois 37% dos alunos marcaram a resposta errada antes da aplicação do experimento, porém, após a aula experimental, 100% dos alunos marcaram a resposta certa, mostrando que a prática trouxe outros olhares para os alunos sobre o uso do micro-ondas.

As questões 5 e 6 tem como objetivo chamar a atenção que os procedimentos químicos devem ser planejados de forma a minimizar o impacto ambiental. Isto se dá através da escolha adequada de reagentes, propor tratamentos adequados aos resíduos, assim como utilizar metodologias que tenham um menor consumo energético. Esta atividade serviu para introduzir o conceito de Química verde, que pode ser definida como a utilização de uma série de princípios que visam reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas ao homem e ao meio ambiente. Existem doze princípios elementares propostos para ser seguidos quando se pretende implantar a Química verde (LENARDÃO *et al.*, 2003, p.124).

A questão 5, *“Em relação à química e ao meio ambiente pode-se afirmar que:”* teve como objetivo levantar a discussão sobre a presença da química em diferentes processos

do nosso cotidiano, ressaltando que o seu uso com responsabilidade, se preocupando com o processo como um todo, e suas possíveis consequências ao meio ambiente, torna-se benéfica e essencial para o desenvolvimento de uma sociedade. Vale ressaltar que os alunos, em sua maioria, já apresentavam essa percepção antes da atividade experimental.

A questão 6, *“Em sua opinião, o que é química verde?”*, apresentou ao aluno um conceito, que pelos resultados obtidos nos questionários, era pouco conhecido pelos alunos, já que somente 23% dos alunos responderam de forma correta no questionário pré atividade experimental. Após o experimento houve melhora na percepção dos alunos sobre este conceito, principalmente porque a atividade realizada atendeu alguns dos seus princípios como o uso de catalisador e a busca pela eficiência energética, visto que a síntese do salicilato de metila pelo método convencional, encontrada facilmente na internet, utiliza refluxo durante uma hora (PAVIA, 2009).

Um fato interessante é que alguns dos princípios da Química verde podem ser aplicados no cotidiano dos alunos nas atividades domésticas, como Busca pela Eficiência de Energia e Solventes e Auxiliares mais seguros e a Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição.

Enfim, a atividade proposta se mostrou bastante interessante pois além da motivação e sociabilidade observada ao longo do processo, permitiu trabalhar conteúdos de grande relevância no estudo da Química, discutir um tema importante, a Química Verde, e apresentar o micro-ondas como um aparelho versátil que pode contribuir em processos químicos.

5 CONCLUSÕES

A utilização de atividades experimentais ao longo do curso de Química no Ensino Médio é uma ferramenta de grande importância, pois permite um novo formato da sala de aula em que os alunos se sentem mais motivados ao aprendizado, além de melhorar as relações aluno-aluno e aluno-professor. Além disso é uma complementação importante as aulas teóricas pois aproxima o mundo microscópico, característico da Química, com o mundo macroscópico, presente no cotidiano do aluno.

Neste trabalho utilizou-se uma reação orgânica de ampla abordagem no ensino que permitiu a discussão sobre vários temas importantes relativos a Química Orgânica, além de explorar assuntos do cotidiano do aluno, como meio ambiente e Química Verde. A reação trabalhada permitiu o uso de materiais e aparelhos que fazem parte do cotidiano dos alunos, o que torna a atividade mais interessante.

Observou-se uma melhora na aprendizagem dos conceitos explorados e um melhor entendimento da conscientização sobre os cuidados com o meio ambiente, economia de recursos e da cidadania.

Os dados coletados a partir dos questionários aplicados pré e pós da atividade apresentaram melhora considerável mostrando uma evolução no entendimento de vários

aspectos ligados a química e ao cotidiano do aluno. Portanto, pode-se concluir que a utilização de experimentos na sala de aula é uma metodologia que pode trazer um dinamismo e uma melhora no aprendizado de conteúdos químicos e sobre o cotidiano do aluno, mesmo quando a escola não apresenta um ambiente adequado para a realização deste tipo de atividade. A prática experimental pode estar associada a conceitos de química verde o que traz uma maior consciência ao aluno, sendo possível fazê-lo no Ensino Médio com reagentes e materiais de baixo custo e toxicidade.

O letramento científico também foi um aspecto explorado neste trabalho pois a simples leitura e discussão do procedimento experimental da síntese do salicilato de metila e a aplicação do questionário permitiu a introdução à esses alunos a um vocabulário inerente da química o que traz benefícios, ampliando o seu conhecimento e desmistificando um pouco esta Ciência. O que nos leva a refletir sobre o papel da sociedade científica, dos profissionais da Química e, especialmente, dos professores da educação básica, em relação ao compromisso de educação química em uma perspectiva mais ampla.

REFERENCIAS

BARBOZA, A.C.R.N.; CRUZ, C.V. M.S.; GRAZIANI, M.B.; LORENZETTI, M.C.F.; SABADINI, E. **Aquecimento em forno micro-ondas/Desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais.** Química Nova, v. 24, n. 6, p. 901-904, 2011.

BERNARDINO, J. **Desarrollar conceptos de física a través del trabajo experimental: evaluación de auxiliares didácticos.** Enseñanza de las ciencias, v. 20, n. 1, p. 115-128, 2002.

BRASIL. MEC. SEF. **Parâmetros Curriculares para o Ensino Fundamental e Médio.** Brasília, Brasil, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

CHASSOT, A.I. **Catalisando transformações na educação.** 3 ed. Ijuí: Editora Unijui, 3. ed. v. 1, 1993.

COSTA, I. F. **Fogo versus Micro-ondas.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 17, n.2, p. 180-181, 1995.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, Abingdon, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.1988.tb00144.x>.

HOFSTEIN, A. **Laboratory work, forms of.** *In:* GUNSTONE R, R. (ed.). **Encyclopedia of science education.** Dordrecht: Springer, 2015. p. 563-566.

LENARDÃO, E.J.; FREITAG, R.A.; DABDOUB, M.J.; BATISTA, C.F.; SILVEIRA, C.C. **"Green chemistry" - Os 12 Princípios da Química Verde e sua Inserção nas Atividades de Ensino e Pesquisa.** Química Nova, v. 26, p. 123-125, 2003.

MALDANER, O.A.; PIEDADE, M.C.T. **Repensando a Química.** Química Nova na Escola, v. 1, p. 15, 1995.

PAVIA, D.L.; et al. **Química Orgânica Experimental,** Porto Alegre. Brookman. 2^oed., 2009.

PAVÃO, A.C.; FREITAS, D. **Quanta ciência há no Ensino de Ciências.** São Carlos: Edufscar, 1 ed. v. 1, 2008.

PEREIRA, T.M. FRANCO, D.F.P.; VITÓRIO, F.; AMARAL, R.; C.; PONZONI, A.C.; KÜMMERLE, A.E. **Microwave-assisted synthesis and pka determination of umbelliferone: an experiment for the undergraduate organic chemistry laboratory.** Química Nova, v. 41, p. 1205-1208, 2018.

PIAGET, J. **O desenvolvimento do pensamento: equilíbrio das estruturas cognitivas.** Lisboa: Dom Quixote, 1997.

SANSEVERINO, A.M. **Micro-ondas em síntese orgânica.** Química Nova, v. 25, n. 4, p. 660-667, 2002.

SILVA, A.M.; SILVA, E.A. **Competências e Habilidades no Ensino de Química Sob o Contexto do Novo ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio).** *In:* 10 Simpósios Brasileiro de Educação Química, 2012.

SHELL, T.A. SHELL, J.R.; POOLE, K.A.; GUETZLOFF, T.F. **Microwave-Assisted Synthesis of N-Phenylsuccinimide.** Journal of Chemical Education, v. 88, p. 1439-1441, 2011.

VARMA, R.S. **Solvent-free organic syntheses. using supported reagents and microwave irradiation.** Green Chemistry, v. 1, p. 43-55, 1999.

VITÓRIO, F. PEREIRA, T.M.; CASTRO, R.N.; GUEDES, G.P.; GRAEBIN, C.S.; KÜMMERLE, A.E. **Synthesis and mechanism of novel fluorescent coumarin–dihydropyrimidinone**

dyads obtained by the Biginelli multicomponent reaction. New Journal of Chemistry, v. 39, p. 2323-2332, 2015.