

REVISTA TÓPICOS

WORKSHOPS NO ENSINO DE QUÍMICA: O FASCINANTE MUNDO DAS MOFS (METAL-ORGANIC FRAMEWORKS)

DOI: 10.5281/zenodo.17013698

Francisco José Mininel¹

Silvana Márcia Ximenes Mininel²

RESUMO

Para promover o interesse dos alunos pela carreira científica, os professores devem despertar a curiosidade, discutir temas relevantes vinculados à realidade dos estudantes, e adotar metodologias de ensino ativas que valorizem a construção do conhecimento e o pensamento crítico. Neste trabalho, foram realizadas aulas teóricas e *workshops* práticos na própria universidade onde se discutiu o conhecimento tecnológico relacionado às MOFs (Metal-Organic Frameworks) e sua aplicabilidade prática. Após a conclusão dessas ações, foi aplicado um questionário para avaliar a aprovação e o interesse dos alunos. Essas ações fomentaram nos alunos o desejo de prosseguimento dos estudos e carreira científica, além de servirem também para a troca de saberes pedagógicos e de ensino-aprendizagem. O trabalho com *workshops* promoveu a interação de professores, alunos de graduação e pós-graduação do curso de Engenharia Química, despertando o interesse de alunos da área tecnológica e pesquisa.

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

Palavras-chave: *Workshops*. MOFs (Metal-Organic Frameworks). Ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

To foster students' interest in scientific careers, professors must spark curiosity, discuss relevant topics related to their realities, and adopt active teaching methodologies that value knowledge construction and critical thinking. In this study, theoretical classes and practical *workshops* were held at the university itself, where technological knowledge related to MOFs (Metal-Organic Frameworks) and their practical applicability were discussed. After completing these activities, a questionnaire was administered to assess student approval and interest. These activities fostered students' desire to pursue studies and a scientific career, in addition to serving as an opportunity for the exchange of pedagogical and teaching-learning knowledge. The *workshops* fostered interaction between professors and undergraduate and graduate students in Chemical Engineering, sparking the interest of students in the technology and research fields.

Keywords: *Workshops*. MOFs (Metal-Organic Frameworks). Teaching-learning.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas do ensino superior se caracteriza na dificuldade que os professores têm de atrair os alunos e mantê-los focados na sala de aula, sendo que estes muitas vezes estão dispersos no grande volume de informação disponível, pelos diferentes meios tecnológicos. Este é um problema institucional em que as Instituições de Ensino Superior (IES)

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

devem propor condições para auxiliar os professores no exercício da docência, além disso, as escolas do ensino básico também sofrem com esse mesmo dilema (GUIMARÃES et al, 2016).

Workshops no ensino de química são atividades práticas e interativas que visam complementar o aprendizado tradicional, proporcionando aos alunos a oportunidade de explorar conceitos químicos de forma mais dinâmica e *hands-on*. Eles podem abordar desde temas específicos como equilíbrio químico e termoquímica até a experimentação e o desenvolvimento de habilidades investigativas (Figura 1).

Segundo Freitas e colaboradores (2012) para que haja uma transformação na metodologia de ensino aprendizagem, é necessária à inversão de papéis de dominação de docentes experientes e docentes em formação, possibilitando a renovação de metodologias aplicáveis no processo ensino-aprendizagem, além da inclusão do aluno no processo decisório.

Neste contexto, as metodologias ativas de aprendizagem são uma excelente opção, pois de acordo com Welter e colaboradores (2020) as atividades interativas garantem aprendizagem e desenvolvimento de modo colaborativo para os alunos envolvidos. Entre estes a experimentação é um recurso amplamente utilizado, pois auxilia na construção de conceitos científicos (POZO & CRESPO, 2009).

Além das trocas de experiências, o estudante passa a ter um papel ativo durante o processo, o que auxilia no desenvolvimento de práticas a serem

REVISTA TÓPICOS

aplicadas no ensino e maior envolvimento da comunidade escolar como um todo (CHAUÍ, 2001).



Figura 1. Importância dos Workshops no Ensino de Química.

Nesse sentido, a prática de metodologias diferenciadas e que gerem questões a serem debatidas e discutidas são importantes formas de aprendizado significativo. Dentre essas práticas, encontram-se os workshops e minicursos. De maneira geral, os *workshops* são encontros nos quais um

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

grupo de pessoas/estudantes são estimulados a resolverem questões problematizadoras, com o intuito de adquirir novos conhecimentos ou aprofundá-los (ØRNGREEN & LEVINSEN 2017). Dessa forma, os workshops podem ser utilizados como métodos diferenciados para um aprendizado ou aprofundamento do conhecimento de maneira significativa. Além disso, os workshops também são importantes para o ensino-aprendizagem de Ciências, pois é um espaço para a construção da argumentação, possibilitando a criação de uma cultura científica. Sendo assim, podem ser considerados como ambientes de aprendizagem efetivamente argumentativos, em que os participantes podem exercitar as habilidades argumentativas e aprender conteúdos de ciência e sobre ciência (SCARPA, 2015).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

É comum identificarmos que alunos afirmam que não se aprende Química porque os conteúdos ensinados nessa disciplina não são relacionados com o cotidiano, o que torna desinteressante aprendê-los.

A utilização de dinâmicas inovadoras e novos recursos que venham ajudar a enfrentar esses problemas e despertar o interesse de estudantes, desde o ensino fundamental, como realizados neste trabalho, podem levar à maior participação e interesse dos alunos. Neste cenário verificou-se a importância de desenvolver ações com atividades relacionadas com ciências e engenharia, de modo que os estudantes possam descobrir e desenvolver suas competências para atuarem na área.

REVISTA TÓPICOS

O *workshop* possibilita o aprendizado mediante a apresentação de conceitos e conhecimentos previamente adquiridos (VITORINO; ALTA; ORTEGA, 2021). Assim, os temas são abordados de maneira mais prática do que teórica, obrigando um envolvimento e uma participação muito maior dos estudantes. Essa abordagem metodológica proporciona aos participantes a apreensão de conceitos e teorias relevantes para a área científica, com o foco na demonstração prática, contribuindo de forma significativa para o processo de aprendizagem. No *workshop*, os estudantes constroem e reconstroem os saberes por meio do pensamento, da reinvenção e da criação (SILVA & JOSÉ, 2022).

De acordo com Tonini e colaboradores (2013) que trabalharam com Projetos de Extensão na Engenharia, além da extensão ser um pilar do ensino superior, possibilita também o contato direto da comunidade interna da instituição com a comunidade externa, já que a construção do conhecimento nessa modalidade se faz na troca de saberes sistematizados, entre o acadêmico e o popular.

A utilização de ações na forma de *workshops* (Figura 2) e conferências que despertem o interesse de alunos da área tecnológica, desde o ensino fundamental, pode levar ao desenvolvimento de competências para a formação do ser cientista.

REVISTA TÓPICOS

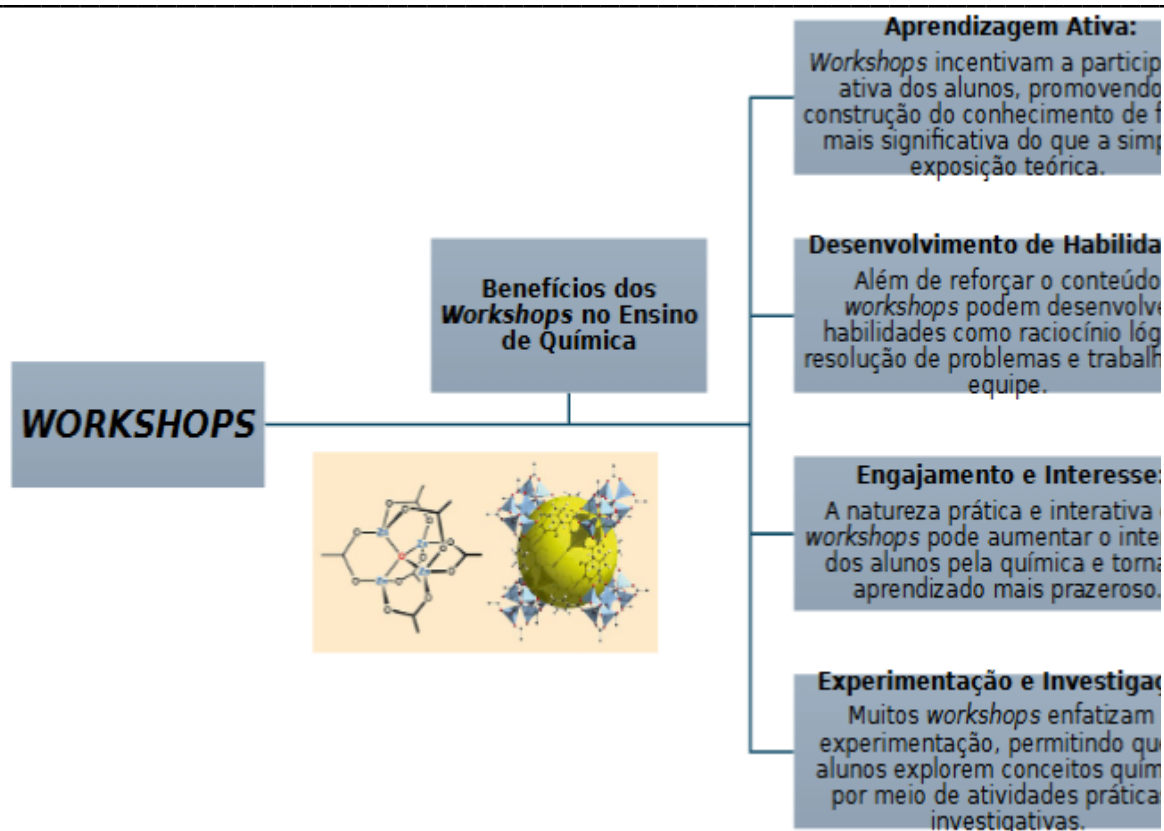


Figura 2. Benefícios da utilização de workshops como estratégia de ensino em Química.

Dessa forma, buscou-se que os alunos pudessem entender o que são os MOFs (Metal-Organic Frameworks) e sua aplicabilidade prática. Estes materiais são formados a partir da interação entre íons ou clusters metálicos e ligantes orgânicos multitópicos (Figura 3). Deve-se salientar que a ligação química metal-ligante envolvida na formação de MOFs é de natureza predominantemente covalente do tipo ácido/base de Lewis (íon metálico e ligante, respectivamente), visto que se tratam de compostos de coordenação (BATTEN et al., 2012).

REVISTA TÓPICOS

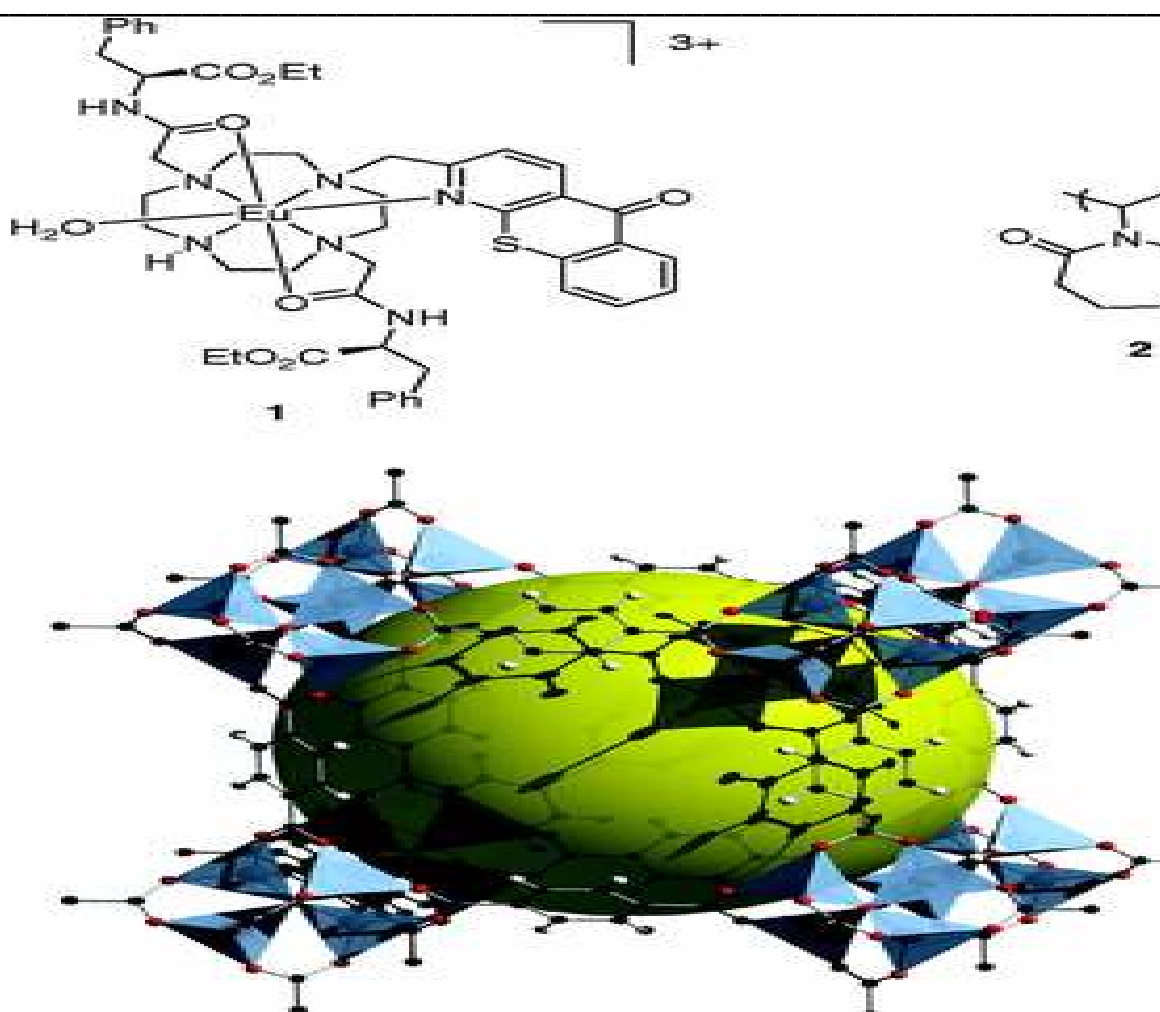


Figura 3. Interação entre íons ou clusters metálicos e ligantes orgânicos multitópicos.

As propriedades físicas e químicas características das MOFs tornam-nas materiais relevantes para uma gama de aplicações (LI et al., 2016). Importantes e atuais trabalhos de referência nas áreas de biomedicina, fotônica, adsorção e separação de gases, catálise, entre outras, podem ser facilmente acessados.

REVISTA TÓPICOS

As MOFs são materiais versáteis por possuírem um número quase ilimitado de combinações entre metais e ligantes politópicos, e sua porosidade e área específica podem ser controladas em função do método de síntese e da natureza do ligante utilizado. As demais propriedades como alta cristalinidade, boa estabilidade térmica e possibilidade de modificações estruturais que facilitam o reconhecimento de determinados grupos funcionais em regiões sítio-específicas contribuem para a vasta gama de aplicações em potencial. Dentro deste contexto, as MOFs vêm contribuindo para a solução de problemas ambientais, relacionados a quatro pequenas, porém importantes, moléculas: hidrogênio, metano, dióxido de carbono e água. O uso de MOFs para armazenamento de hidrogênio e metano pode ser uma potencial aplicação para substituir combustíveis fósseis. As altas capacidades de adsorção desses materiais podem também ser aproveitadas para captura de dióxido de carbono, visando a transformação deste gás em materiais combustíveis (metano e metanol) e/ou compostos de alto valor agregado (ácido fórmico, formaldeído), minimizando os impactos decorrentes do efeito estufa. Na adsorção de água, a **MOF-801** tem auxiliado na captação de água líquida a partir da umidade atmosférica, sem gasto e utilização de energia elétrica, na tentativa de solucionar problemas relacionados a sua escassez em condições extremas, como as desérticas.

As reações de formação de MOFs (Estruturas Metal-Orgânicas) envolvem a combinação de íons metálicos (ou clusters) com ligantes orgânicos, resultando num processo de auto-montagem 3D com espaços vazios (poros). Este processo de síntese, geralmente em fase líquida, pode ser realizado através de métodos como solvotérmico (o mais clássico),

REVISTA TÓPICOS

eletroquímico, assistido por micro-ondas ou sonoquímico, que utilizam diferentes condições de temperatura e pressão para promover a cristalização e a formação dos cristais de MOF.

O Processo de Formação (Figura 4).

1. Escolha dos Precursores:

Selecionam-se íons metálicos e ligantes orgânicos apropriados, que funcionam como os "blocos de construção" da MOF.

2. Mistura e Reação:

Os precursores são misturados num solvente apropriado. A escolha do solvente é crucial, pois influencia a reatividade, solubilidade e as propriedades redox da reação.

3. Cristalização e Purificação:

A mistura é então submetida a condições específicas de temperatura e pressão para induzir a cristalização. O processo de evaporação lenta da solução é frequentemente utilizado para o crescimento de cristais de MOF. Os cristais formados são finalmente separados e purificados do meio reacional.

Métodos Comuns de Síntese

- **Método Solvotérmico:**

REVISTA TÓPICOS – ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

É o método mais comum e "clássico", que envolve o aquecimento da mistura de reagentes num recipiente fechado, sob alta temperatura e pressão, dentro de um solvente.

- **Métodos Assistidos por Micro-ondas:**

Utiliza a energia de micro-ondas para acelerar a cristalização, reduzindo o tempo de reação de horas ou dias para poucos minutos.

- **Métodos Sonoquímicos:**

A energia ultrassônica gera cavitação, criando locais de alta temperatura e pressão que ativam os reagentes e promovem a formação rápida do MOF.

- **Métodos Eletroquímicos:**

Permitem o crescimento rápido e uniforme de MOFs diretamente em plataformas condutoras, sendo útil para a fabricação de filmes finos.

- **Mecanoquímica:**

Uma abordagem em estado sólido que utiliza energia mecânica para promover a reação e a formação do MOF.

REVISTA TÓPICOS

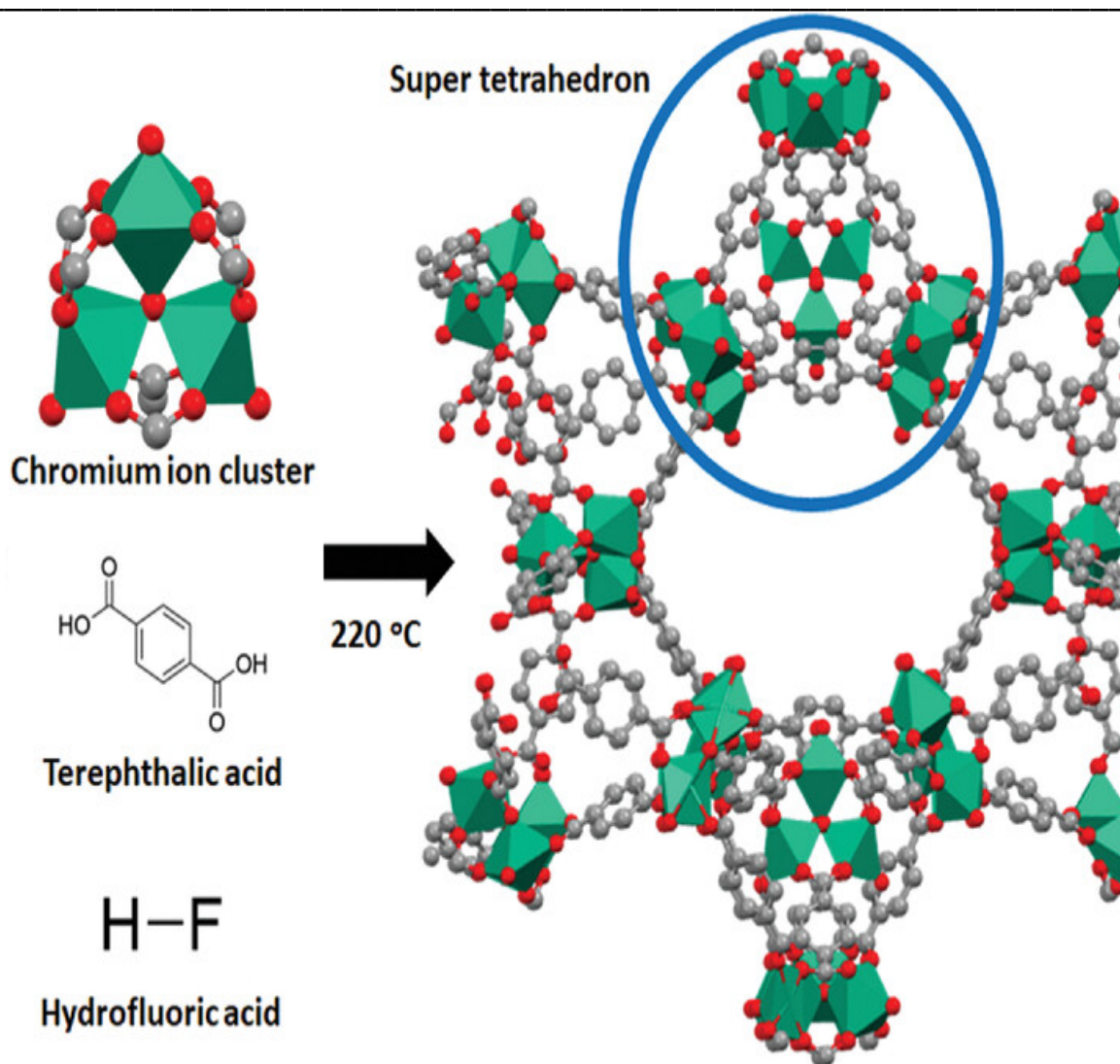


Figura 4. Síntese de MOFs.

Fonte https://en.wikipedia.org/wiki/File:MIL101_synthesis.png

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em um curso de Engenharia Química (8º Período, com um total de 30 alunos) da Universidade Brasil, Campus de Fernandópolis-SP.

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

O evento detalhado no presente artigo apresentou-se como uma ferramenta metodológica para um aprendizado significativo dos alunos, pois contava com parte teórica e experimental conectadas, na qual os alunos poderiam relacionar a teoria com a prática.

O *workshop* apresentou, como tema principal, pesquisas relacionadas à área de Química Inorgânica, com o tema “***A fascinante química dos Metal-Organic Frameworks (MOFs)***”, ministrada pela professora Doutora Regina Célia Galvão Frem do Instituto de Química da UNESP, Campus de Araraquara. Inicialmente, os alunos assistiram à palestra ministrada pela professora Regina, em um telão com projeção de um equipamento de Datashow a partir do endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=ilp9S6NUmSE>. A duração da palestra foi de 33,32 minutos e a mesma fora ministrada pela pesquisadora no *I Simpósio de Pesquisa e Inovação em Materiais Funcionais*, realizada na UFSCAR (Universidade Federal de São Carlos) no ano de 2019.

REVISTA TÓPICOS



Figura 5. Professora palestrante (online): Dra. Regina Célia Galvão.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ilp9S6NUmSE>.

A palestra realizada pela pesquisadora Professora Regina Célia Galvão Frem e os resultados encontrados pelos cientistas formaram a parte teórica. O minicurso dentro da temática abordada e a discussão dos dados encontrados representaram a parte prática do evento.

Durante o minicurso, aspectos relacionados ao método científico como a observação do experimento em si e dos resultados, o levantamento de hipóteses, a tentativa de explicação dessas e o processo argumentativo para a discussão e conclusão dos dados, também foram importantes para o aprendizado significativo.

O minicurso apresentou uma parte teórica introdutória de 15 minutos e, em seguida, o experimento foi detalhado com os participantes do minicurso,

REVISTA TÓPICOS

com o objetivo de sanar possíveis dúvidas quanto à sua execução.

Experimento realizado no Minicurso

Ao empregar a experimentação ou qualquer outra abordagem diferenciada, o aluno irá construir o conhecimento, dialogar com os colegas e com o professor, além de abstrair os conceitos com mais facilidade. Portanto, ao utilizar experimentação, com discussões, questionamentos e experimentos há mais chance de serem atingidas as competências específicas esperadas. De maneira geral, os conceitos aprendidos dificilmente serão esquecidos quando forem construídos desta maneira interligada.

A atividade experimental proposta foi realizada no laboratório de Química Inorgânica da Universidade Brasil e teve como objetivo o desenvolvimento das sínteses das MOFs de cobalto, níquel e ferro pelo método hidrotérmico assistido por micro-ondas (MAH). Para a síntese das MOF seguiu-se o mesmo procedimento. Dissolveu-se 1.10^{-3} mol de ácido benzeno tetracarboxílico (H_4BTC) em uma solução de dimetilformamida (DMF) e água deionizada na proporção de 1 para 1. Em seguida, adicionou-se 1.10^{-3} mol do metal e após total dissolução foi adicionado 1.10^{-3} mol de CTAB. Essa solução foi transferida para um reator de micro-ondas em $180^{\circ}C$ por 30 minutos. O precipitado formado foi lavado em centrífuga por 3 vezes e seco em estufa em $60^{\circ}C$ por 24 horas (DOS SANTOS et al., 2023).

O terceiro dia, por sua vez, apresentou somente os resultados e discussão do minicurso realizado no dia anterior através de uma mesa redonda. Uma mesa-redonda como metodologia ativa no ensino de química é um momento

REVISTA TÓPICOS

de discussão participativa, onde os alunos são protagonistas do seu próprio aprendizado, usando o debate como ferramenta para aprofundar o conhecimento, e não como uma simples entrega de informações por especialistas. O objetivo é que os estudantes, ao exporem e debaterem suas visões sobre um tema químico, consolidem a compreensão e desenvolvam competências, tornando-se mais autônomos e responsáveis pelo seu processo educativo. O professor atua como um mediador, guiando a discussão e garantindo que todos participem, mas sem entregar as respostas prontas.

Para conclusão do trabalho, os alunos responderam a um questionário elaborado para identificar suas opiniões sobre aulas experimentais em cursos universitários. Os questionários foram enviados, eletronicamente, através de um link do *Google Forms*, para todos os estudantes de Engenharia Química do 4º Período da universidade na qual os autores lecionam.

O questionário direcionado aos alunos é composto por questões cujo objetivo é identificar a opinião dos mesmos sobre: (a) visualização da teoria na prática, (b) aprendizado/entendimento da teoria/conhecimento, (c) aplicação da teoria no cotidiano, (d) extensão das aulas teóricas, (e) aumento do interesse, (f) os relatórios induzem a compreensão da prática e seus objetivos?

A Figura 6 ilustra o percurso metodológico adotado no *Workshop*:

REVISTA TÓPICOS

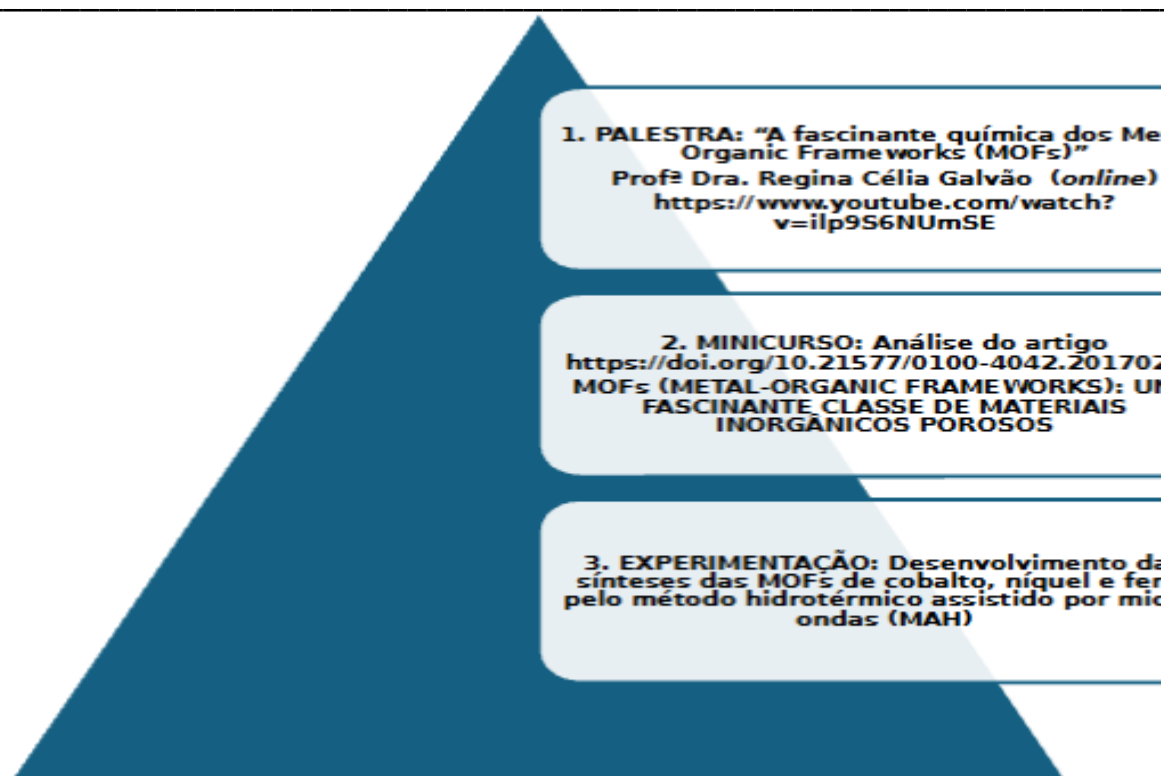


Figura 6. Percurso Metodológico do Workshop.

Fonte: Os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas ações realizadas nos eventos houve contextualizações a partir do tema MOFs e importância do conhecimento tecnológico para o curso de Engenharia Química. A participação ativa dos alunos durante as atividades pedagógicas forneceu parâmetros de avaliação das atividades, além de estimular o interesse pela área científica e fomentar a curiosidade entre os alunos a respeito da pesquisa.

REVISTA TÓPICOS

Com o objetivo de fugir do Ensino Tradicional, onde os alunos normalmente não participam ativamente das atividades atuando apenas com receptores do conteúdo transmitido (ZANROSSO et al., 2017, 2018), os alunos foram instigados a participar de diferentes oficinas previamente selecionadas. Nesse processo, ao empregar a experimentação ou qualquer outra abordagem diferenciada, o aluno irá construir o conhecimento, dialogar com os colegas e com o professor, além de abstrair os conceitos com mais facilidade. Portanto, ao utilizar experimentação, com discussões, questionamentos e experimentos há mais chance de serem atingidas as competências específicas esperadas. De maneira geral, os conceitos aprendidos dificilmente serão esquecidos quando forem construídos desta maneira interligada.

Grandini & Grandini (2004) [5, p.252] também se posicionam:

o laboratório deve incentivar o aluno a conhecer, entender e aprender a aplicar a teoria na prática, dominando ferramentas e técnicas que poderão ser utilizadas em pesquisa científica. Ele deve aprender a observar cientificamente, interpretar e analisar experimentos através da objetividade, precisão,

REVISTA TÓPICOS

*confiança, perseverança, satisfação e
responsabilidade.*

O total de alunos (30 alunos do 8º Período de Engenharia Química) que responderam ao questionário sobre a experimentação e a porcentagem de cada uma das respostas, encontra-se no gráfico da Figura 7.

Questões propostas:

- (a) visualização da teoria na prática,
- (b) aprendizado/entendimento da teoria/conhecimento,
- (c) aplicação da teoria no cotidiano,
- (d) extensão das aulas teóricas,
- (e) aumento do interesse,
- (f) os relatórios induzem a compreensão da prática e seus objetivos?

REVISTA TÓPICOS

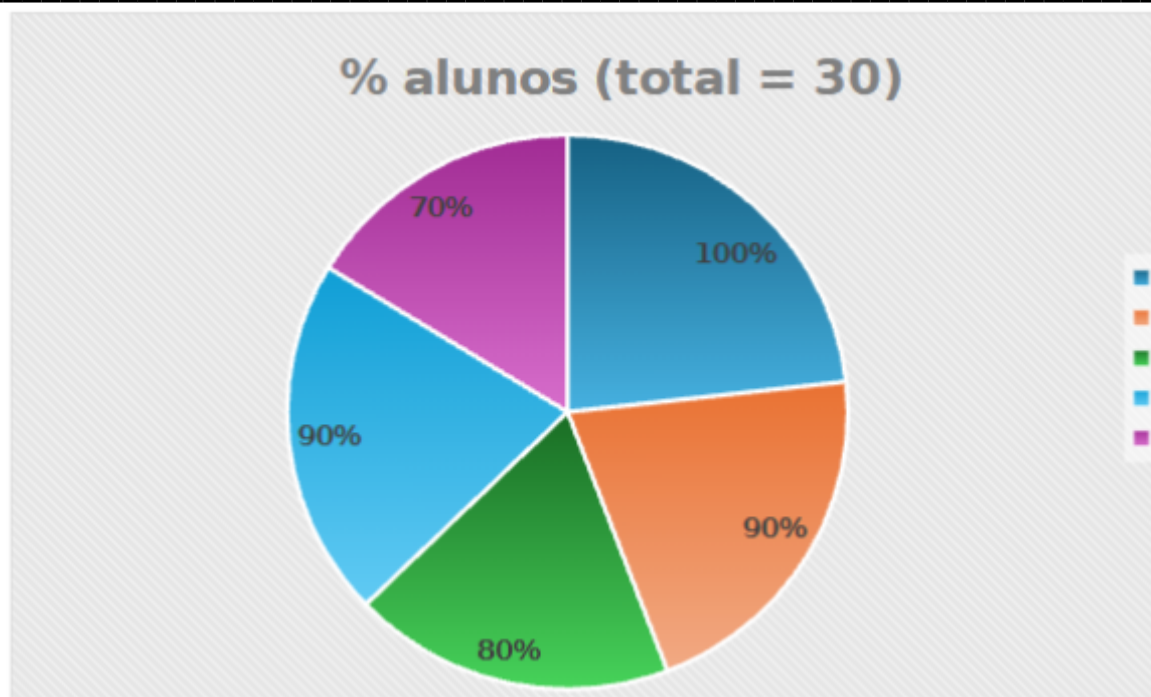


Figura 7. Total de alunos respondentes: 30 alunos (8º Período de Engenharia Química).

Fonte: Os autores.

Dessa forma, na visão da maioria dos alunos, o principal objetivo do laboratório é permitir a visualização da teoria na prática. Os alunos citaram também que o laboratório auxilia no aprendizado, no entendimento da teoria e na aplicação da teoria no cotidiano. Um aluno mencionou que o laboratório aumenta seu interesse; outro disse que as aulas práticas são uma extensão das aulas teóricas; e ainda foi citado que os relatórios induzem a compreensão da prática e seus objetivos.

Portanto, ao empregar a experimentação ou qualquer outra abordagem diferenciada, o aluno irá construir o conhecimento, dialogar com os colegas e com o professor, além de abstrair os conceitos com mais facilidade.

REVISTA TÓPICOS

Portanto, ao utilizar experimentação, com discussões, questionamentos e experimentos há mais chance de serem atingidas as competências específicas esperadas. De maneira geral, os conceitos aprendidos dificilmente serão esquecidos quando forem construídos desta maneira interligada.

Em relação ao *Workshop* realizado foram elaboradas algumas questões objetivas, conforme segue no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1. Questões feitas aos alunos após a realização da dinâmica *Workshop*.

1. Conteúdo e Aprendizado			
• Relevância: "O conteúdo apresentado no workshop foi relevante para a sua	Clareza: "A apresentação dos temas foi clara e fácil de entender?"	Aprendizado: "O seu aprendizado sobre o tema abordado foi efetiva?"	• Aprofundamento: "Você sente que este workshop permitiu aprofundar o seu conhecimento em alguma área específica da Engenharia Química?"

REVISTA TÓPICOS

futura atuação profissiona l como Engenheir o Químico?"			
2. Aplicação e Prática			
Aplicabili dade: "As ferramenta s e métodos apresentad os no workshop são aplicáveis no seu dia a dia	Novas Ideias: "O workshop gerou novas ideias ou abordagens para resolução de problemas na		

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

acadêmico ou profissional?"	Engenharia Química?"		
3. Qualidade do Workshop			
Engajamento: "Como você avalia o nível de engajamento e participação dos alunos durante o workshop?"	Recursos: "A qualidade dos recursos didáticos (apresentações, materiais, laboratórios) foi adequada?"		

REVISTA TÓPICOS

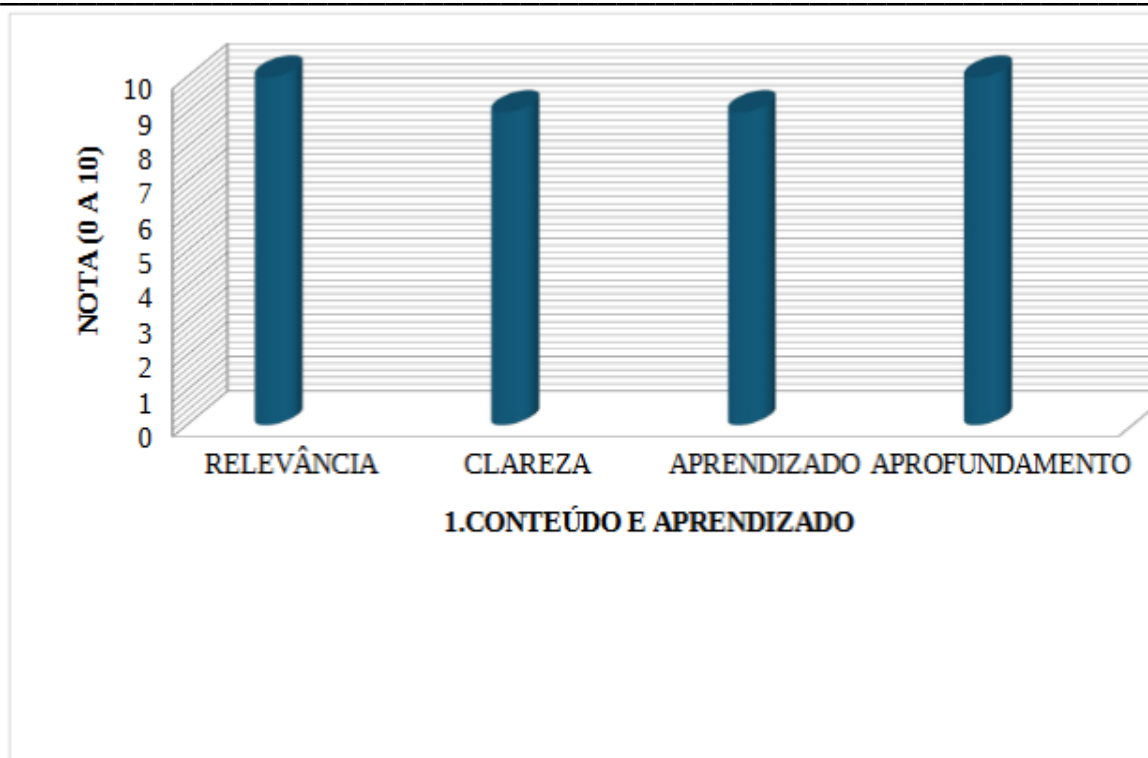


Figura 8. Total de alunos respondentes: 30 alunos (8º Período de Engenharia Química).

Fonte: Os autores.

REVISTA TÓPICOS

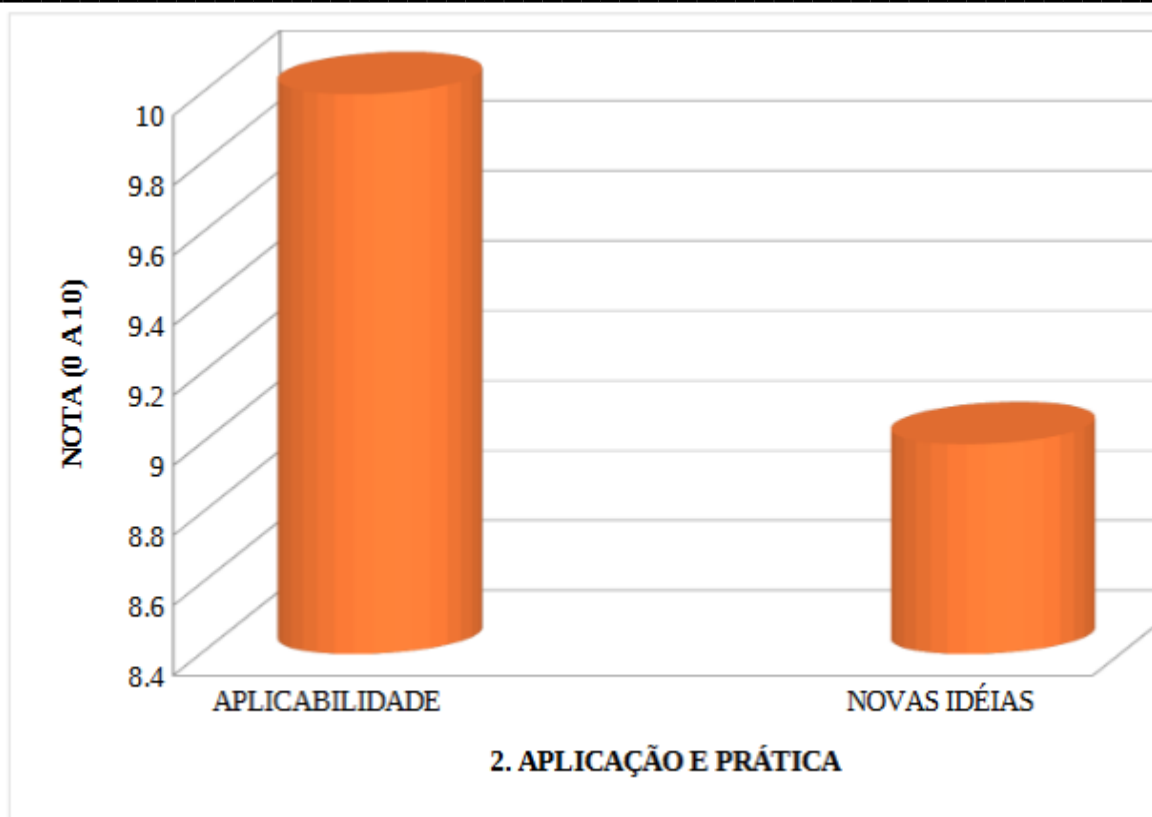


Figura 9. Total de alunos respondentes: 30 alunos (8º Período de Engenharia Química). Fonte autores.

REVISTA TÓPICOS

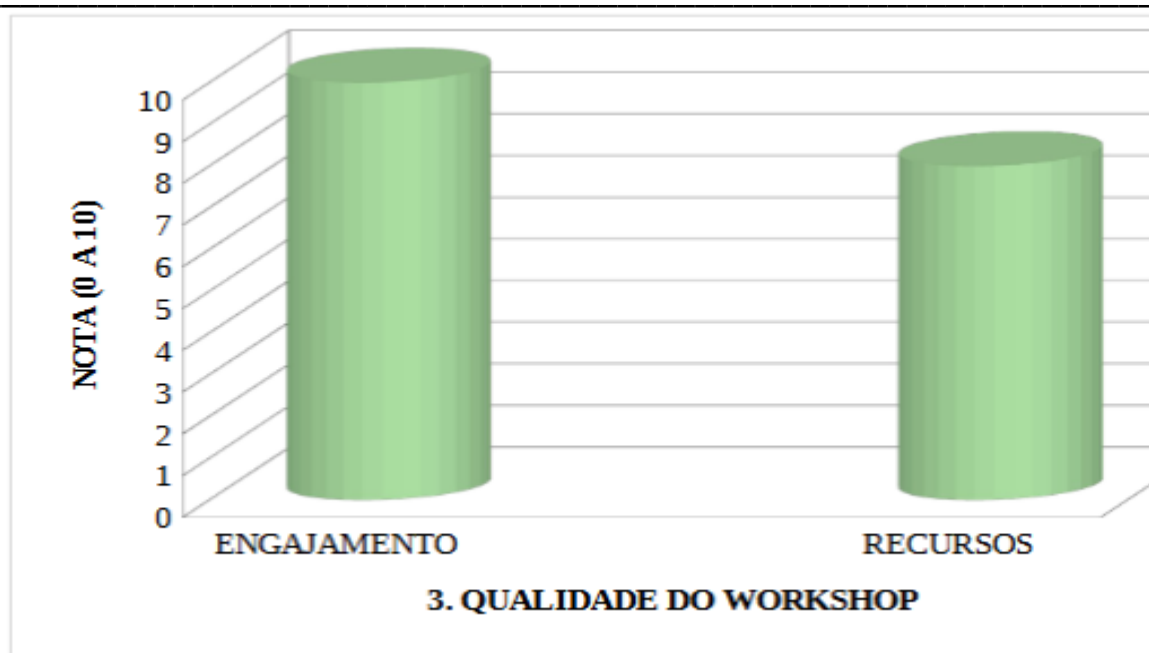


Figura 10. Total de alunos respondentes: 30 alunos (8º Período de Engenharia Química).

Fonte: Os autores.

Observou-se que os alunos têm prazer em participar do *workshop*. A participação, segundo os alunos, é importante na contribuição às suas perspectivas de carreira (Figuras 8, 9 e 10). Facilitou o aprimoramento das habilidades de comunicação, apresentação e oratória. Isso, por sua vez, contribuiu significativamente para o entendimento e importância da tecnologia, incluindo o interesse no prosseguimento de estudos em nível de pós-graduação.

A utilização de dinâmicas inovadoras e novos recursos que venham ajudar a enfrentar esses problemas e despertar o interesse de estudantes, incluindo o prosseguimento de estudos em pesquisa, podem levar à maior participação e interesse dos alunos. Neste cenário verificou-se a importância de

REVISTA TÓPICOS

desenvolver ações com atividades relacionadas com ciências e engenharia, de modo que os estudantes possam descobrir e desenvolver suas competências para atuarem na área.

Portanto, entende-se em grande medida, que vale a pena o desenvolvimento da motivação destacando a importância dos workshops e oficinas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização do *workshop*, houve a intensa interação dos participantes por meio da obtenção de conhecimento com experiência conjunta, estimulando a criatividade e a troca de informações entre os estudantes e os facilitadores.

Além disso, de acordo com Carvalho et al.(2018) atualmente o cenário mundial exige profissionais altamente qualificados, portanto o ensino em engenharia deve buscar novas formas de atuação e motivação na formação dos estudantes e futuros profissionais.

Acreditamos que novas tecnologias educacionais precisam ser aplicadas no ensino superior, criando profissionais críticos e reflexivos acerca de suas práticas de trabalho, a fim de proporcionar uma sólida formação científica e fazer com que os estudantes se apropriem de conhecimentos tecnológicos de ponta na área.

Estas ações convergem com um dos papéis de uma universidade, onde a disseminação do conhecimento científico advindo do ensino e de pesquisas

REVISTA TÓPICOS

aliado a formação científica de estudantes deve contribuir para o desenvolvimento social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATTEN, S. R.; CHAMPNESS, N. R.; CHEN, X.-M.; GARCIA-MARTINEZ, J.; KITAGAWA, S.; ÖHRSTRÖM, L.; O'KEEFFE, M.; SUH, M. P.; REEDIJK, J.; **Cryst Eng Comm**, 14, 3001, 2012.

CARVALHO, L.F., ROSA, A.P.C., MOREIRA, J.B., ROSA, M.S.G., Ogrodowski, R. & Costa, J.A.V. Interdisciplinary lessons as a tool for motivation of students entering in engineering. **Revista de Ensino de Engenharia**, 37(2), 46-51, 2018.

CHAUÍ, M. **Escritos sobre a universidade**. São Paulo – SP, Brazil: Editora Unesp, 2001.

FREITAS, Z.L., CARVALHO, L.M.O. & OLIVEIRA, E.R. Educação de professores da universidade no contexto de interação universidade-escola. **Ciência & Educação**, 18(2), 323-334, 2012.

LI, BIN et al. Emerging multifunctional metal–organic framework materials. **Advanced Materials**, v. 28, n. 40, p. 8819-8860, 2016.

ØRNGREEN, R. & LEVINSEN, K. Workshops as a Research Methodology. **The Electronic Journal of e-Learning**, 15: 70, 2017.

REVISTA TÓPICOS

POZO, J. I. & CRESPO, M. A. G. (2009). **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre – RS, Brazil: Artmed, 2009.

SCARPA, D.L. O papel da argumentação no ensino de ciências: lições de um workshop. **Ensino e Pesquisa em Educação em Ciências**, 17: 15–30, 2015.

SILVA, Cristiane dos Santos Brasil; JOSÉ, Alexandre Botelho. Oficina de Arteterapia - um relato de experiência. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, nº 39, 18 de outubro de 2022.

TONINI, A.M., BAMBERG, P., HENRARD, A.A., MIKOWSKI, A., MARANHÃO, A.C.K., ROSA, A.P.C., OLIVEIRA, A.R., BATISTA, C.E.R., SACCHELLI, C.M., OLINTO, C.R., OGRODOWSKI, C.S., GARROSSINI, D.F., VIANA, D.M., ASSAYAG, E.S., RADMANN, E.M., CONTENTE, E.C.M.S., ABDALLA JUNIOR, H., CAMARGO JUNIOR, J.B., COSTA, J.A.V., ALMEIDA JUNIOR, J.R., GARCEZ, L.R., ARAUJO JUNIOR, L.O., CARVALHO, L.F., SILVA, M.N.A., CARMO, M.J., SILVA, M.R., SOUZA, M.R.A.Z., CUGNASCA, P.S., DELATORRE, R., GARCIA, T.R. & SANTOS, T.D. Projetos de Extensão na Engenharia: Uma Responsabilidade Social para além das Demandas Tecnológicas. In: Oliveira, V.F., Tozzi, M.J., Elarrat, J.H.A., Costa, L.S.B.N., Pereira, A.M. (editors) **Desafios da Educação em Engenharia: Formação em Engenharia, Internacionalização, Experiências Metodológicas e Proposições**, (pp. 75-123), Brasília - DF and Belém - PA, Brazil: ABENGE / UFPA, 2013.

REVISTA TÓPICOS – ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

WELTER, R. B., FOLETTTO, D. S. & BORTOLUZZI, V. I. Active methodologies: a possibiity for students multiliteracy. **Research, Society and Development**, 9(1), e106911664, 2020.

VITORINO, Hector Aguilar; ALTA, Roxana Yesenia Pastrana; ORTEGA, Priscila. *Workshop* como metodologia para o ensino-aprendizagem de ciências: um estudo de caso com o grupo Bioinorganic Chemistry Environment and Medicine (Biomet). **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 5, p. e1699, 2021.

ZANROSSO, C. D., COSTA, L. A. C. & KINAST, E. J. (2018). Análise da Dimensão Didático-pedagógica no Desempenho de Estudantes de Engenharia Química do Rio Grande do Sul, **Meta: Avaliação**, 10(30), 555-578, 2018.

ZANROSSO, C.D. LIMA, D.S., MACHADO, T.C., SOUZA, V.M. & COSTA, L.A. Operação café passado: Uma perspectiva didático-pedagógica para o ensino em Engenharia Química. **Química Nova**, 40(8), 957-962, 2017.

¹ Docente do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Brasil, *Campus* de Fernandópolis-SP. Doutor em Química pelo Instituto de Química-UNESP, *Campus* de Araraquara-SP. E-mail: kmininel17@gmail.com

² Docente do Curso Superior de Engenharia Química da Universidade Brasil, *Campus* de Fernandópolis-SP. Mestre em Química pelo Instituto de

REVISTA TÓPICOS – ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

Química-UNESP, *Campus* de Araraquara-SP. E-mail:

silvana.mininel@ub.edu.br

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672