



A CAFETERIA COMO UMA POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE QUÍMICA EM ESPAÇO NÃO FORMAL: RELATO DE UMA AULA SOBRE O TEMA CAFÉ

THE COFFEE SHOP AS A POSSIBILITY FOR TEACHING CHEMISTRY IN A NON-FORMAL SPACE: REPORT OF A CLASS ON THE THEME OF COFFEE

Cristina Dias Cordella  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ cristina.cordella@gmail.com

Matheus Teotônio Kucharski de Sousa  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ matheus.tks@hotmail.com

Camila Greff Passos  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ camila.passos@ufrgs.br

Lívia Streit  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ livia.streit@ufrgs.br

Maurícus Selvero Pazinato  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ mauricius.pazinato@ufrgs.br

Nathália Marcolin Simon  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ nathalia.marcolin@ufrgs.br

RESUMO: Este trabalho objetiva relatar a experiência desenvolvida por estudantes do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em uma cafeteria de Porto Alegre, visando a realização de um projeto de ensino e aprendizagem sobre conteúdos de química associados ao tema café. A atividade foi realizada no âmbito do estágio de docência e foi registrada como uma ação de extensão. A organização incluiu momentos de visita prévia ao local, elaboração do planejamento e realização das atividades. Neste trabalho serão relatados alguns momentos da realização do projeto, como recepção dos participantes, exposição dialogada de conteúdos conceituais, experimentos demonstrativos sobre o café *cold brew*, socialização e degustação, bem como a avaliação da proposta. No material didático preparado pelos estagiários e apresentado ao longo da visita, foram abordados aspectos científicos, culturais e históricos sobre o café. Ao todo, 15 participantes, entre estudantes de pós-graduação, educação básica e superior, vivenciaram a realização das atividades. Verificou-se que o público inscrito tinha interesses diversos na visita, entre eles a composição química do café e os métodos de preparação da bebida. Por fim, a maioria dos participantes indicou que as dúvidas iniciais foram elucidadas. Além disso, contribuições foram apontadas sobre a atividade, para aplicações futuras da ação de extensão.

PALAVRAS-CHAVE: Espaço não formal de ensino. Café *cold brew*. Ação de extensão. Ensino de química.

ABSTRACT: This paper reports on the experience of Teaching Chemistry students at Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) who developed a teaching and learning project focused on Chemistry content related to coffee. This activity, conducted as part of their teaching internship and registered as a community outreach activity, involved several stages: an initial site visit, planning, and execution of the activities. The

paper will detail various aspects of the project, including the reception of participants, a dialogued exposition of conceptual content, demonstrative experiments on cold brew coffee, socialization, and tasting, as well as the evaluation of the proposal. The teaching material prepared by the interns covered scientific, cultural, and historical aspects of coffee. A total of 15 participants, including students from graduate, basic, and higher education levels, took part in the activities. It was observed that the participants had diverse interests, such as the chemical composition of coffee and the methods of preparing the drink. Most participants indicated that their initial questions were answered, and feedback was provided for future improvements to the community outreach activity.

KEY WORDS: Non-formal teaching space. Cold brew coffee. Community outreach activity. Chemistry teaching.

Introdução

O Brasil é o maior produtor de café do mundo e ocupa tal posição há mais de 150 anos (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2022). O paralelismo entre o café e a história do país é amplamente conhecido. Principalmente a partir do século XIX, quando se observou uma explosão no consumo da bebida na Europa, o café passou a influenciar aspectos políticos, sociais e econômicos brasileiros. A Associação Brasileira da Indústria de Café relata um exemplo marcante dessa estreita relação. Segundo ela, tamanha era a relevância das grandes fazendas de café paulistas que suas rotinas fazem parte dos primeiros registros fotográficos feitos no Brasil (ABIC, 2021). Em 2022, o país exportou cerca de 2,2 milhões de toneladas do grão para mais de 100 países (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2023). Estima-se que a cadeia produtiva do café gere aproximadamente 8 milhões de empregos no Brasil (Durán *et al.*, 2017). Além disso, os brasileiros ocupam a segunda posição entre os maiores consumidores da bebida no mundo (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2023).

Nesse contexto, entende-se que a temática tem abordagem relevante no ensino básico. Ao mesmo tempo, verifica-se a ausência, nas importantes revistas brasileiras voltadas às pesquisas sobre ensino de ciências – como a Revista Debates em Ensino de Química e a Investigações em Ensino de Ciências –, de propostas que associem o assunto café aos conteúdos desenvolvidos na educação básica. Nas revistas da Sociedade Brasileira de Química, cinco das 67 ocorrências encontradas a partir da busca do termo “café” têm relação com educação. Dessas, apenas duas realmente possuem café como temática central. Ambas são voltadas para aulas em cursos de engenharia e abordam conteúdos de físico-química. Zanrosso *et al.* (2017) propuseram uma série de experimentos denominados “Operação café passado”, visando estudar a influência de condições da extração sólido-líquido na transferência de massa. Os autores caracterizaram a atividade como “uma nova perspectiva didática para o processo de ensino-aprendizagem da introdução aos fenômenos de transporte e às operações unitárias” (p. 957). Já Oliveira *et al.* (2021) elaboraram um módulo didático experimental centralizado na sedimentação da borra do café, a fim de estudar equações relacionadas à velocidade do processo.

Dois autores do presente trabalho, estudantes do curso de Licenciatura em Química da UFRGS, escolheram uma cafeteria para desenvolver uma das etapas dos seus estágios de docência. A proposta de realização de tal etapa da graduação em espaços não formais de ensino partiu dos professores da disciplina de Estágio de Docência em Ensino de Química II-E, e visou favorecer a (re)construção de saberes docentes sobre o uso desses contextos para o ensino de ciências da natureza. O projeto de extensão “Espaços não formais para o ensino de Química e Ciências na Educação Básica” foi registrado no sistema da universidade e associado à proposta.

De acordo com a literatura, é crescente a atenção dada à utilização de espaços não formais para o ensino durante o processo de formação de professores de Química (Mori & Kasseboehmer, 2019). Essa tendência é respaldada pelas diretrizes educacionais brasileiras (Brasil, 2006; 2018). Além disso, a proposta teve relação com o contexto do semestre letivo: a efetivação dos estágios

de docência em espaços formais foi impossibilitada pelo descompasso entre os calendários das escolas e da universidade, sendo ainda um reflexo do período pandêmico.

Nesse cenário, o presente trabalho visa relatar a experiência realizada por licenciandos em Química da UFRGS em uma cafeteria de Porto Alegre, com o objetivo de desenvolver o ensino de conteúdos de Química associados ao tema café.

A Química e o Café

Petracco (2005) foi preciso ao introduzir a relação entre o café e a Química:

Bebidas de café são tão populares em todo o mundo que dificilmente há necessidade de descrevê-las. Seu aroma e sabor são os primeiros estímulos que atingem nossos sentidos logo de manhã, coroam uma excelente refeição e são visões recorrentes durante sessões de trabalho sem fim. Afinal, nossa xícara de café é uma velha e querida amiga, sobre a qual apenas achamos que sabemos tudo. Ao examiná-la do ponto de vista de um químico, devemos, no entanto, reconhecer que sua natureza é tão complexa que vastas lacunas permanecem na compreensão científica (p. 1161, tradução nossa).

O cafeeiro pertence à família *Rubiaceae*, que possui 124 espécies do gênero *Coffea*. Entre as espécies, duas são economicamente importantes: *C. arabica* e *C. canephora*. A arábica é conhecida pelas variedades bourbon e catuaí, entre outras; enquanto a canéfora possui duas variedades, denominadas conilon e robusta. Apesar disso, ambas estão associadas a muitas variedades clonais, selecionadas principalmente por meio da pesquisa científica (Instituto Federal do Espírito Santo, 2023; Ferrão *et al.*, 2020).

A literatura aponta diferenças percentuais na composição química das espécies e mais detalhes podem ser consultados em trabalhos específicos da área (Moreira *et al.*, 2015; Fonseca *et al.*, 2011). De modo geral, os grãos crus de café possuem, aproximadamente, 50% de carboidratos, 15% de lipídeos, 10% de proteínas e 5% de minerais. Além disso, são característicos do café o ácido cafeoilquínico (ou ácido clorogênico) e a cafeína, que representam cerca de 7% e 2% da composição do grão, respectivamente (Petracco, 2005).

Os grãos crus de café não são usualmente utilizados na preparação de bebidas pois possuem sabor herbáceo e adstringente. Por isso, passam por um processo de torrefação, o que torna as bebidas mais palatáveis graças a alterações na composição química dos grãos. Durante o aquecimento, açúcares e aminoácidos livres ou ligados a proteínas são consumidos em reações de Maillard. As substâncias voláteis resultantes compõem o característico aroma de café. Atribui-se também à reação de Maillard a cor marrom dos grãos torrados e da bebida. As melanoidinas formadas têm essa coloração e, como são solúveis em água, transferem a cor para a preparação. Cabe mencionar que a torrefação mantém inalterada a cafeína e os lipídeos (Petracco, 2005; Shibao, 2011).

Ainda no que se refere ao aroma, pesquisas em torno dessa propriedade são conduzidas em todo mundo. Dada a popularidade e a importância econômica do café, laboratórios recebem financiamento para desenvolverem técnicas analíticas de identificação de compostos que geram diferentes aromas. Petracco (2005) sintetiza possíveis etapas do processo de análise: isolamento das substâncias voláteis com destilação por arraste de vapor, seguida de extração por solventes; fracionamento por técnicas cromatográficas diversas; identificação por espectrometria de massas; e confirmação das estruturas químicas por ressonância magnética nuclear (RMN) ou infravermelho. Dessa forma, já foram identificados, no aroma do café: hidrocarbonetos, aldeídos,

ésteres, compostos sulfurados e nitrogenados, entre outros. Exemplos conhecidos são catecóis e guaiacóis, provenientes da degradação do ácido cafeoilquínico.

Propostas didáticas envolvendo amostras de café e técnicas analíticas podem ser encontradas na literatura internacional. Para identificação das variedades arábica e robusta de grãos crus, Sandusky (2017) desenvolveu uma análise de componentes principais baseada em ^1H -RMN com turmas de graduação. Com o mesmo propósito, Stathakis *et al.* (2023) apresentaram uma combinação de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) e espectroscopia de ultravioleta-visível (UV-Vis). Vale ressaltar que a variedade arábica tem maior preço de mercado e visualmente os grãos arábica e robusta são indistinguíveis. Estima-se que 1 em cada 5 misturas de café anunciados como “puro arábica” é adulterado com a variedade robusta (Stathakis *et al.*, 2023).

Em relação à bebida café, a literatura aponta que os aspectos químicos são determinados por vários fatores, incluindo a variedade do grão, a região de origem, as condições de cultivo, o processo de torrefação, a distribuição do tamanho da moagem e a composição e temperatura da água usada durante a extração (Rao *et al.*, 2020).

Espaços Não Formais de Ensino

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a contextualização social, cultural, ambiental e histórica das Ciências da Natureza é essencial para formação integral da juventude (Brasil, 2018). Outro documento norteador da educação básica brasileira, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, associa tal contextualização a momentos práticos fora do espaço escolar, sendo esse procedimento indicado como ação motivadora para os alunos (Brasil, 2006).

De fato, discussões em investigações sobre educação em ciências apontam a relevância da diversificação dos ambientes de aprendizagem (Guerra *et al.*, 2015; Marques & Marandino, 2018; Steola & Kasseboehmer, 2018; Mori & Kasseboehmer, 2019; Cavalcanti *et al.*, 2020; Lourenço, Visoto & Queiroz, 2021; Silva & Santos, 2021; Bendinelli *et al.*, 2021). Ultrapassar os limites do contexto escolar pode ser um meio de ir além do ensino de conceitos científicos, e de promover uma educação preparatória para a vida (Mori & Kasseboehmer, 2019). Para isso, é imprescindível que haja a contribuição da sociedade e de instituições parceiras (Steola & Kasseboehmer, 2018).

O espaço formal de ensino é representado por instituições legalmente credenciadas, com o objetivo de promover educação intencional, sistematizada e institucionalizada. Nesses ambientes, há elementos pensados, projetados e introduzidos segundo normatização e conjunto de documentos oficiais, oriundos de uma legislação nacional, atrelados a concepções teóricas, metodológicas e epistemológicas de base científica. Já os espaços não formais são todos aqueles podem ser usados para ensino e aprendizagem, mas sem seguir a sistematização que ocorre com o ensino promovido pelos espaços formais. São lugares diferentes da escola em termos de estrutura, onde também é possível desenvolver ações educativas, tais como jardins botânicos, parques ecológicos, zoológicos, museus, casas de cultura, entre outros (Silva & Santos, 2021).

Nos últimos anos, a pesquisa na área de educação em ciências nos espaços não formais tem se ampliado (Bendinelli *et al.*, 2021). Esse interesse pelo tema é influenciado por diversos fatores, incluindo o contexto social e político. No Brasil, nos últimos quinze anos, foram propostas políticas públicas voltadas à inclusão social, por meio do estímulo à criação de museus e centros de ciência, à realização de feiras de ciência, olimpíadas científicas, semanas nacionais de ciência e tecnologia, dentre outras ações, com o objetivo de ampliar o acesso e melhorar a qualidade das atividades de educação e divulgação científica. Editais de popularização da ciência lançados pelo antigo Ministério da Ciência e Tecnologia (atualmente Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações), em parceria com outros órgãos, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Academia Brasileira de Ciências (ABC), empresas privadas e fundações (por exemplo, a Fundação Vitae), e pelas Fundações de Amparo à Pesquisa dos estados

(FAPs) foram essenciais para a inauguração de museus e centros de ciências em várias regiões do país, bem como para a estruturação e a diversificação das atividades já existentes (Steola & Kasseboehmer, 2018).

Quando são analisadas as possibilidades de ensinar ciências fora do contexto escolar, alguns trabalhos como o de Pinto & Figueiredo (2010) já apontam que a educação, quando fora da sala de aula, possibilita a aproximação do contato do indivíduo com o mundo que o cerca e torna a aprendizagem muito mais significativa para o aluno. Segundo os autores, isso ocorre especialmente para aqueles que estão no começo da jornada escolar, pois se encontram inquietos para conhecer o mundo que os rodeia, interessados e absorvendo muitos detalhes e situações que conduzem ao conhecimento científico. Rocha (2008) afirma que os espaços não formais oportunizam o enriquecimento do processo de ensino e aprendizagem de Ciências. Oliveira & Gastal (2009) veem os espaços não formais como um meio de diversificação da metodologia de ensino que considera a heterogeneidade etária, cultural e formativa dos estudantes.

Considerando as potencialidades da educação não formal para o desenvolvimento humano, faz-se necessária a inserção de ações formativas para docentes, com foco no desenvolvimento de práticas pedagógicas em espaços externos à escola (Bendinelli *et al.*, 2021). Tais profissionais devem assumir a responsabilidade de proporcionar ao aluno a oportunidade de construir o conhecimento científico de maneira significativa e prazerosa.

Ao mesmo tempo, inserem-se nesse cenário as dificuldades enfrentadas pelos professores ao planejarem atividades desse tipo fora do ambiente escolar: a falta de tempo no calendário ou na organização curricular, a questão dos agendamentos e o transporte das crianças (Xavier & Luz, 2016). Portanto, acredita-se que as ações formativas para os docentes precisam abarcar aspectos teóricos e práticos necessários para o desenvolvimento do ensino em ambiente não formal.

No que se refere aos procedimentos metodológicos e referenciais teóricos, os cursos de formação inicial e continuada devem possibilitar o contato com a literatura da área de educação em ciências. O trabalho de Santos (2017) é um exemplar relevante para apresentação aos docentes. O autor descreve uma sequência de eventos importantes para se ter em consideração ao elaborar uma atividade educativa de natureza não formal. São eles: o "gatilho" para despertar a atenção, uma curiosidade relacionada a contexto, sons, cores, conduzindo ao interesse em uma área de atração pessoal, como biologia, arqueologia, astronomia, entre outras; o "envolvimento pela oportunidade", que pode se manifestar de forma sensorial, intelectual e/ou emocional e advém de desafios e ações que promovem a interação ativa do aprendiz; e o "crescimento da complexidade na consciência", etapa final que ocorre quando a visita ao espaço não formal é gratificante, fazendo com que os visitantes desejem manter um fluxo de crescimento em termos de complexidade sensorial, intelectual e/ou emocional. Assim, a visita aos espaços não formais visando ensino e aprendizagem deve convergir para uma experiência significativa.

Ainda, a formação docente precisa oportunizar momentos práticos de proposição e organização de ações em praças, museus, feiras, empresas, centros comunitários etc., possibilitando parcerias nas práticas futuras entre tais espaços e a escola de atuação (Bendinelli *et al.*, 2021).

Nesse contexto, os docentes do magistério superior, autores do presente trabalho, propuseram atividades de estágio para licenciandos em Química voltadas para o ensino não formal, visando enriquecer a formação dos futuros educadores e ampliar as perspectivas de aprendizagem dos estudantes da educação básica. Dois licenciandos, também autores do presente trabalho, escolheram uma cafeteria temática da série *Breaking Bad* para desenvolver uma das etapas do referido estágio.

Esse documento visa relatar as experiências vivenciadas em tal atividade de ensino e extensão, ocorrida na *Mr. White Coffee House*, elaborada e aplicada por professores em formação inicial e orientada por professores universitários.

Metodologia

O presente escrito acadêmico caracteriza-se como um relato de experiência, dada sua proposição e estruturação textual (Mussi *et al.*, 2021). Os mesmos autores conceituam o relato de experiência como um tipo de produção do conhecimento que “trata de uma vivência acadêmica e/ou profissional em um dos pilares da formação universitária (ensino, pesquisa e extensão), cuja característica principal é a descrição da intervenção” (Mussi *et al.*, 2021, p. 65). Para eles, um texto dessa natureza apresenta quatro tipos distintos de descrição: a descrição informativa, para caracterizar o cenário e dar oportunidade ao leitor de conhecer o trabalho; a descrição referenciada, que necessita de fundamentação; a descrição dialogada, para apresentar o significado dos resultados, a posição dos autores e a comparação com outros estudos; e a descrição crítica, que consiste em uma análise reflexiva sobre a ação relatada. Tais categorias descritivas podem ser encontradas ao longo das seções que compõe esse documento.

Contexto da Atividade

As atividades aqui relatadas ocorreram na *Mr. White Coffee House*, uma cafeteria temática localizada na rua Ramiro Barcelos, 1221, no bairro Bom Fim, em Porto Alegre, RS. Os licenciandos contataram e visitaram o local previamente à aplicação do projeto de ensino. Os proprietários foram consultados sobre a realização da proposta e receberam o projeto com entusiasmo, revelando terem se inspirado no professor de Química Gale, personagem da série *Breaking Bad*, para criar seu negócio. Gale era auxiliar do protagonista Walter White na fabricação de metanfetamina. A *Mr. White Coffee House* foi inaugurada em janeiro de 2020 (Figura 1).

Figura 1: Fotos do local



Fonte: Autores.

O local é especializado no preparo do *cold brew*, uma forma de extração do café realizada com água fria. Tal processo, diferente do tradicional, será detalhado na seção a seguir. Quando prontos, os cafés e demais produtos são servidos como se fossem preparados em laboratório. Copos de Becker em bandejas de alumínio substituem xícaras e pires, e doces e salgados são servidos em placas de petri.

A divulgação da atividade de extensão ocorreu nos perfis do Instagram do Instituto de Química da UFRGS (@iq.ufrgs) e da UFRGS (@ufrgsnoticias). O convite para participação também foi feito por e-mail, via Comissão de Graduação, à comunidade de alunos, professores e funcionários do Instituto de Química da UFRGS. As inscrições ocorreram por meio de um formulário no *Google Forms*, em que foram solicitadas informações básicas para o contato e a certificação, como nome completo, telefone e e-mail. O formulário também contou com a pergunta aberta “O que você gostaria de saber sobre o café?”, cujo objetivo foi verificar a demanda de interesses dos visitantes.

Um total de 33 inscrições foram recebidas. Entretanto, devido à limitação de espaço na cafeteria, somente os 15 primeiros inscritos foram selecionados para a atividade de visita que o projeto

de ensino e aprendizagem contemplou. Estiveram presentes na atividade: cinco estudantes dos cursos de Química da UFRGS, uma estudante do curso de Biotecnologia da UFRGS, uma pós-graduanda do Programa de Pós-Graduação em Química da UFRGS e oito estudantes do 1º ano do ensino médio de uma escola da rede particular de Porto Alegre. Estes últimos receberam o convite por meio da professora de Química da escola, que teve acesso à divulgação do curso nas redes sociais do Instituto de Química da UFRGS (@iq.ufrgs). Além dos inscritos, estiveram na execução da proposta os dois licenciandos em Química, estagiários de docência e autores desse trabalho e uma professora de Química do magistério superior, orientadora da atividade.

O objetivo geral da visita foi proporcionar aos participantes uma aula de Química envolvendo a temática café em um espaço não formal de ensino. Nesse contexto, as ações buscaram elucidar as etapas de produção de café, processamento e diferentes métodos de extração; apresentar os fundamentos teóricos e práticos que descrevem a natureza e o comportamento de compostos orgânicos, em especial, os que constituem o café; apresentar as funções orgânicas presentes nas moléculas que compõem o café; relacionar os conteúdos teóricos com a vida cotidiana dos participantes; e desenvolver conhecimentos atitudinais (hábitos de boa convivência em grupo, curiosidade, postura crítica) e procedimentais (observação, raciocínio, manipulação de objetos) para favorecer a aprendizagem conceitual de Química. É possível observar na Tabela 1 as atividades previstas para a visita e a carga horária, distribuídas em duas horas e meia. A visita foi realizada no dia 14 de março de 2023.

Tabela 1: Cronograma de atividades

Atividades previstas	Carga horária (min)
Recepção dos participantes	10
Exposição dialogada dos conteúdos conceituais	40
Experimento demonstrativo da extração do café <i>Cold Brew</i>	30
Momento de socialização e degustação das bebidas	60
Preenchimento do formulário avaliativo	10

Fonte: Autores.

Instrumentos e Análise dos Dados

Visando a obtenção de dados para uma descrição informativa, dialogada e crítica das experiências relacionadas à atividade na cafeteria (Mussi *et al.*, 2021), os seguintes instrumentos foram utilizados: o formulário de inscrição na atividade extensionista; o formulário avaliativo respondido pelos participantes ao final da ação; e o caderno de campo dos estagiários.

Para análise dos dados, optou-se por uma discussão interpretativa, por meio da frequência de respostas similares. Além disso, quando possível, o nível de escolaridade dos respondentes foi considerado no agrupamento e na discussão dos dados. No formulário de inscrição, a questão que visou identificar os interesses dos respondentes sobre café foi respondida por 24 pessoas. O formulário avaliativo foi respondido por 15 pessoas, ou seja, todos participantes da ação, e priorizou verificar o posicionamento desses participantes acerca de pontos positivos da atividade, da resolução de dúvidas ao longo da visita, do surgimento de novos questionamentos a partir da experiência vivenciada, e de aplicações futuras da mesma ação. Uma avaliação numérica também foi solicitada e será discutida a seguir.

Resultados e Discussão

A questão proposta no formulário de inscrição foi: “O que você gostaria de saber sobre o café?”. Respostas associadas com a composição química do café e com os métodos de preparação foram repetidas 10 vezes em cada caso. O sabor e a torra dos grãos foram referenciados quatro vezes. As palavras “curiosidades” e “tudo” juntas foram utilizadas em quatro ocasiões. E a relação entre

o café e o corpo humano foi lembrada por três pessoas. A variedade de interesses caracteriza o café como uma temática que permite abordar conteúdos de ciências de maneira contextualizada e interdisciplinar (Jesus & Guzzi Filho, 2018).

Foi possível identificar o nível de escolaridade de 15 dos 24 respondentes do formulário de inscrição. Assim, observou-se que a maior parte dos interessados nos aspectos químicos do café eram estudantes da educação básica. Uma das respostas foi “o café é algo que está em nosso cotidiano e na minha visão é algo diferente é bem legal de ser estudado para abrir a mente do que é química e onde ela está”. Cabe lembrar que a professora de química desse grupo de inscitos divulgou a atividade para eles. Nesse cenário, destaca-se a percepção da docente sobre a relevância da ação proposta para a formação integral dos seus alunos (Pinto & Figueiredo, 2010; Rocha, 2008; Brasil, 2006; 2018) e o interesse mantido pelos estudantes, a partir das considerações da professora, culminando com a participação na visita à *Mr. White Coffee House*.

Ao mesmo tempo, os métodos de preparação de bebidas, informações sobre os grãos e relações entre café e corpo humano constituíram temas atrativos para alunos do ensino superior. Tais interesses iniciais têm certo distanciamento dos conteúdos abordados na graduação. Dado que um experimento de extração da cafeína do café é realizado em uma disciplina do curso desse grupo de participantes (UFRGS, 2023), os graduandos podem ter a percepção de que possuem embasamento químico suficiente sobre o tema, motivando outros interesses. As ideias dos respondentes guiaram os licenciandos na organização da atividade e dos conteúdos que foram abordados no projeto de ensino e aprendizagem desenvolvido.

A visita iniciou com uma exposição dialogada do responsável pela cafeteria para o grupo, falando sobre a fundação da cafeteria, a qualidade dos cafés e as expectativas de seus clientes. A Figura 2 apresenta amostras de grãos de café exibidas nesse momento, obtidas a partir de diferentes processos: tradicional (à esquerda) e especial (à direita). Os grãos ditos tradicionais têm um processamento pouco criterioso, e são mais torrados. Os grãos chamados especiais passam por seleção rigorosa, possuem diferentes torras e têm padrão de qualidade aferido por avaliação sensorial. As características dos grãos influenciarão no aroma e no sabor das bebidas preparadas (Petracco, 2005; Rao *et al.*, 2020).

Em seguida, os dois estagiários deram continuidade à etapa expositiva-dialogada da atividade. Para isso, utilizaram slides previamente preparados com base nas respostas do formulário de inscrição para tratar dos conteúdos conceituais. Os participantes puderam acompanhar o material em seus celulares durante a fala dos licenciandos. Os conteúdos de Química abordados foram: composição do café; funções orgânicas presentes nos seus principais componentes; solubilidade de diferentes compostos orgânicos do grão em água; influência da temperatura na sua extração e conservação; e efeito ebulioscópico da mistura do café. Outros conteúdos incluíram a importância econômica, as etapas de produção e os tipos comerciais de grãos de café (tradicional, superior, gourmet e especial). As referências bibliográficas utilizadas na elaboração do material coincidem com aquelas empregadas no presente texto.

Figura 2: Amostras de grãos de café com diferentes produções: tradicional (à esquerda) e especial (à direita)



Fonte: Autores.

Na sequência, estava prevista uma demonstração experimental sobre o preparo do café *cold brew* (infusão a frio) (Figura 3). O *cold brew* tornou-se um método popular, em que a bebida é preparada em temperatura ambiente (20 a 25 °C ou menos) e em infusão por 8 a 24 h, muito mais tempo do que o exigido pelos métodos tradicionais de infusão a quente (Rao *et al.*, 2020). Dados experimentais apontam que o método de infusão a frio leva a menos acidez e menos amargor do que o método de infusão a quente (Ziefuß *et al.* 2022). Além disso, investigadores verificaram que os cafés quentes e frios diferem em maneiras relativamente pequenas, mas importantes, na capacidade antioxidante total (Córdoba *et al.* 2021). O consumo do *cold brew* tem sido referenciado em blogs de saúde, revistas e mídias sociais, mas a preparação demorada torna o consumo menos flexível e espontâneo. O interesse por um processo mais rápido de preparação a frio de café motivou pesquisadores a desenvolverem uma nova técnica, baseada em laser de pulso ultracurto. A investigação foi publicada recentemente na revista *Nature* (Ziefuß *et al.*, 2022).

Ainda sobre as variações em torno do consumo e da preparação do café, Petracco (2005) relembra que hábitos sociais e culturais têm influência nos padrões estabelecidos em diversos locais do mundo. Os métodos podem envolver cocção (café fervido, café turco, café de percolador e café a vácuo), infusão (café de filtro de gotejamento e napolitana) e pressão (Moka e expresso).

Apesar de constar no cronograma de atividades, não foi possível demonstrar a preparação do café *cold brew*. Essa alteração deveu-se à sobreposição com a etapa de socialização e degustação. Muitos participantes fizeram pedidos ao estabelecimento ao longo da etapa expositiva dialogada, as bebidas foram servidas no momento reservado à demonstração. Apesar disso, todos puderam estudar os aspectos envolvidos na extração a frio nos *slides* da apresentação que foi enviada para todos os participantes.

Alguns pedidos envolviam o preparo da bebida pelo cliente. Neles, foram fornecidas misturas como café, xarope de frutas ou suco, por exemplo, em tubos de ensaio ou provetas, e os clientes foram convidados a preparar as próprias bebidas. Algumas preparações continham gelo seco e as funcionárias da cafeteria informaram sobre os cuidados necessários para utilizá-lo. Ao misturar líquidos ao gelo seco, forma-se um efeito visual semelhante aos utilizados em produções midiáticas sobre bruxas, com a formação de uma poção borbulhante.

Figura 3: Equipamentos para a extração a frio do café, o *cold brew*, na Mr. White Coffee House



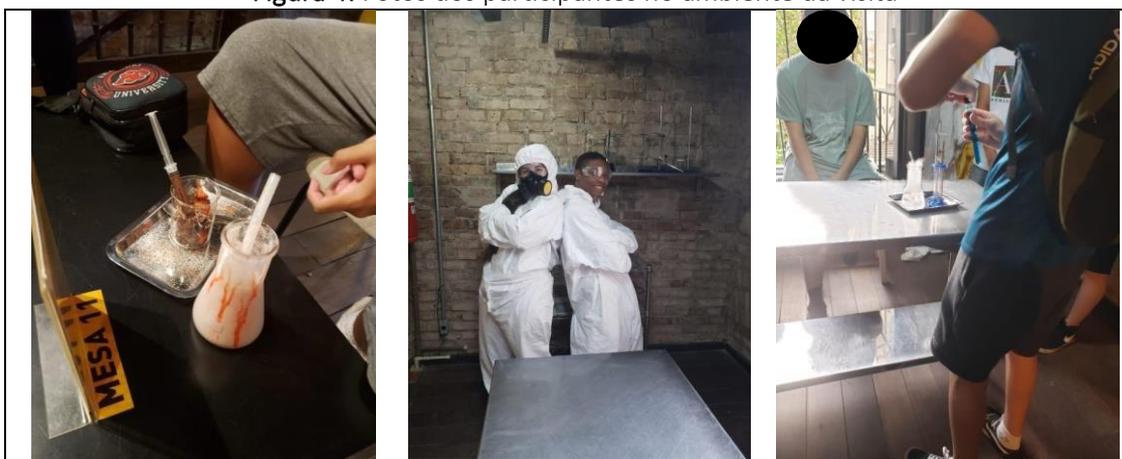
Fonte: Autores

A Cafeteria como uma Possibilidade para o Ensino de Química em Espaço Não Formal: Relato de uma Aula sobre o Tema Café

Além disso, muitos participantes mostraram interesse pela temática *Breaking Bad* proposta na cafeteria. A série conta a história fictícia de um professor de Química que, com problemas pessoais e profissionais, encontra na produção de metanfetamina um meio lucrativo de vida. Ela foi o programa de televisão mais bem avaliado de 2014 (*Guinness World Records*, 2014). Dada a popularidade, os donos da cafeteria reconheceram uma oportunidade de atração de clientes. A mesma popularidade conduziu a escolha dos licenciandos pelo local para desenvolvimento do estágio de docência. Cabe mencionar que a série já foi inserida em propostas didáticas ocorridas em espaços formais de ensino. Lopes *et al.* (2020) observaram na série oportunidades para abordar conteúdos de Química, bem como para discutir sobre aspectos científicos e sociais, sob a condição de orientação pelo professor.

Assim, momentos importantes de ludicidade e experimentação foram observados ao longo da ação na cafeteria. Acredita-se que as relações entre a série *Breaking Bad*, a Química e a cafeteria tenham sido para muitos “gatilhos” (Santos, 2017) para o despertar da atenção para a atividade. Na sequência, o “envolvimento pela oportunidade” (Santos, 2017) pode ter surgido no momento de preparo e degustação das bebidas, uma vez que exigiu interação ativa dos participantes. Por fim, propõem-se que o “crescimento da complexidade na consciência” (Santos, 2017) tenha se iniciado com a participação no questionário final, pela oportunidade de reflexão sobre as experiências vivenciadas. A Figura 4 retrata momentos relevantes na *Mr. White Coffee House*.

Figura 4: Fotos dos participantes no ambiente da visita



Fonte: Autores.

No fim da visita, os 15 participantes foram convidados a responder um formulário de avaliação. A colaboração foi integral.

Quando responderam sobre o que mais gostaram durante a visita, algumas expressões destacaram-se numericamente, e, dentre elas, “café *cold brew*”. Cinco das seis menções sobre a bebida fria foram feitas por participantes associados à universidade. Mesmo com a impossibilidade de acompanhar a preparação desse café, parte dos estudantes parece ter se sentido satisfeita em aprender sobre aspectos teóricos do processo abordados na etapa expositivo dialogada da atividade. Observa-se que há relação entre os interesses iniciais e as preferências finais desse grupo de participantes, visto que os métodos de preparação de cafés foram citados no formulário de inscrição.

Além disso, “experiências com café” foi mencionada em seis respostas, das quais cinco foram dadas por estudantes da educação básica, referindo-se ao momento de preparação e degustação de diferentes bebidas. É possível que os recipientes e procedimentos providenciados pela cafeteria, bem como efeitos visuais ocorridos na preparação, tenham sido associados pelos respondentes ao ambiente de laboratório. De fato, e em especial para os conteúdos de química, as atividades práticas possibilitam desenvolvimento de interesse pelo aprendizado, seja em contexto formal (Santos *et al.*, 2018) ou não formal (Ramos *et al.*, 2020) de educação. Para Lisboa,

“a experimentação é um dos principais alicerces que sustentam a complexa rede conceitual que estrutura o ensino de química.” (Lisbôa, 2015, p. 198).

Em adição, três participantes de diferentes níveis de ensino informaram ter gostado das explicações dos licenciandos sobre a temática. As fotos feitas no local foram interessantes para uma respondente do ensino médio. Também, a associação da química com o dia a dia foi ponto de interesse surgido na visitação para uma aluna da graduação em química, corroborando com a relação entre contextualização e aprendizagem não formal proposta por pesquisadores da área de ensino de ciências (Guerra *et al.*, 2015; Marques & Marandino, 2018; Steola & Kasseboehmer, 2018; Mori & Kasseboehmer, 2019; Cavalcanti *et al.*, 2019; Lourenço, Visoto & Queiroz, 2021; Silva & Santos, 2021; Bendinelli *et al.*, 2021).

Verificou-se, ainda, se os questionamentos iniciais sobre o tema café tinham sido respondidos ao longo da atividade. Duas pessoas informaram não ter tido todas as suas dúvidas sanadas, mas não indicaram quais foram elas. O curto espaço de tempo disponível para interações durante a visita pode ter sido um limitante para questionamentos.

Em relação a novas dúvidas suscitadas durante a visitação à cafeteria, seis participantes pontuaram: (i) o tipo e a temperatura da água para extração; (ii) a influência de grupos carbonílicos nas moléculas de cafeína e no sabor do café; (iii) a possibilidade de utilização de grão de cafeeiros geneticamente modificados; (iv) a possibilidade de mudanças nas características físico-químicas do grão de café após a torra; (v) o método de preparo do café a frio; e (vi) as substâncias presentes no café. As dúvidas (i)-(iv) foram relatadas por alunos da universidade, justificando as especificidades sobre conceitos e processos. Verifica-se, agora, mais do que no formulário de inscrição, a possibilidade de entrelaçamentos entre a aprendizagem formal e não formal das temáticas levantadas por esse grupo de participantes. Para Wagensberg (2002), a aprendizagem em geral, e a aprendizagem da ciência em particular, é cumulativa, surgindo ao longo do tempo a partir de inúmeras experiências humanas. Tais experiências que os sujeitos têm nessas diversas situações são dinamicamente interativas e influenciam a maneira como os indivíduos constroem o conhecimento científico, suas atitudes, comportamentos e compreensão.

Destaca-se também a pertinência do questionamento (v), dada a impossibilidade de demonstração do preparo da bebida *cold brew*. Ainda, é valorosa a dúvida (vi), uma vez que foi relatada por um estudante do ensino médio e coincide com a motivação para participação na atividade, identificada no formulário de inscrição. Tais dados são indicativos da necessidade de adaptações da visitação em novas edições. Para os demais visitantes, as explicações foram bem conduzidas, e as dúvidas surgidas foram respondidas durante a exposição dialogada, corroborando com as respostas anteriormente relatadas sobre pontos positivos da atividade.

A solicitação de uma avaliação numérica para a visitação didática à cafeteria, em escala de um a cinco (em ordem crescente, de ruim a excelente), gerou 13 notas cinco e duas notas quatro (média 4,87). Esse resultado é convergente com respostas anteriores, principalmente no que diz respeito à permanência de dúvidas após a finalização da atividade.

Os participantes tiveram oportunidade de manifestar sugestões para melhorar aplicações futuras. Duas respostas estavam relacionadas ao aproveitamento do espaço, mais especificamente à necessidade de mais assentos para os visitantes. Também houve duas menções sobre o uso de imagens, cards ou portfólio, referindo-se aos slides consultados em celulares durante a condução da ação. Solicitações de maior aprofundamento do conteúdo e de explicações mais rápidas também ocorreram. Ainda, uma pessoa mencionou dificuldade de ouvir os licenciandos durante a etapa expositiva dialogada.

Em adição, sete visitantes manifestaram elogios. Um deles destacou que gostaria de ter tido uma oportunidade como essa enquanto era aluno do ensino médio. O nível conceitual abrangente das explicações, atendendo tanto ao público do ensino superior quanto do ensino médio, foi lembrado como ponto positivo. A didaticidade da proposta também foi enaltecida.

Considerações Finais

O presente relato visou descrever os processos de elaboração e aplicação de um projeto de ensino e aprendizagem de Química em uma cafeteria de Porto Alegre, buscando abordar conteúdos relacionados ao tema café. A atividade foi proposta na disciplina de estágio de docência do curso de Licenciatura em Química da UFRGS e desenvolvida por dois estagiários. Um total de 15 pessoas participaram da ação, entre estudantes de pós-graduação, do ensino superior e do ensino médio. A organização do evento incluiu momentos de recepção, exposição dialogada de conteúdos conceituais, experimentos demonstrativos sobre o café *cold brew*, socialização e degustação e avaliação da proposta.

A maioria dos participantes identificou somente pontos positivos do seu desenvolvimento, e, dentre eles, a elucidação de dúvidas prévias à ação. As dificuldades enfrentadas (espaço limitado; condução sem projetor de slides) já haviam sido pensadas de antemão pelos estagiários. Por isso algumas adaptações foram aplicadas ao projeto, como a restrição do número de participantes. Entretanto, nem todas as questões puderam ser resolvidas, e serão repensadas em projetos futuros.

O projeto de extensão proposto pelos professores do magistério superior foi bem recebido e avaliado por estagiários e público participante, possibilitando que os licenciandos pudessem ter um outro olhar sobre os possíveis espaços de ensino, sem se aterem a locais tradicionais, como a sala de aula. Dessa forma, o projeto pode ser considerado uma proposta que venha a integrar as atividades de estágio de docência em períodos letivos convencionais, pois, conforme se pode ver neste relato, foi desenvolvido em período de calendário universitário atípico (com aulas em janeiro e fevereiro). A literatura aponta a necessidade da realização de ações de formação de professores para o trabalho em espaços não formais como uma possibilidade para a integração entre diferentes culturas e práticas sociais (Bendinelli *et al.*, 2021; Steola & Kasseboehmer, 2018).

Ademais, com o advento da Resolução sobre a curricularização da extensão (Brasil, 2018), questiona-se como interrelacionar ensino, pesquisa e extensão nas universidades. Aqui, explorou-se um exemplo de ação que visou a conexão da universidade com a sociedade, realçando o papel social da universidade, bem como a relevância social do ensino e da pesquisa.

Assim, acredita-se na importância e no potencial que os espaços não formais têm para o aprendizado e para a formação profissional, uma vez que há a possibilidade de relação entre o que é aprendido em sala de aula e o que é vivenciado além dos muros escolares e universitários. Considera-se que os espaços não formais podem ser utilizados pelos educadores para potencializar os processos de ensino e aprendizagem, para comunicação sobre aspectos sociais e culturais no sentido de uma ação cultural e coparticipativa entre os sujeitos presentes e atuantes nos espaços visitados.

Referências

ABIC. (2021). A Expansão do café no Brasil. <https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/a-expansao-do-cafe-no-brasil/>.

Bendinelli, Patrícia V., Rocon, Katia A., Arruda, Elvina M. S., & Campos, Carlos R. P. (2021). A formação continuada de professores para o trabalho em espaços de educação não-formal. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, 11(1), 52-76. <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/1556/868>.

Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC.

Brasil (2018). *Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018*. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014, que

aprova o Plano Nacional de Educação – PNE 2014-2024 e dá outras providências. https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECESN72018.pdf.

Brasil (2006). *Orientações curriculares para o Ensino Médio*. Brasília: MEC.

Cavalcante, Kiany S. B., Sousa, Francisco R. S., Monteiro, João P. D., Souza, Jane P. P.; do Nascimento, Alexandre W. V., Aguiar, Andreia S. S., & de Fonseca, Adriano S. (2020). Investigação Criminal e Química Forense: espaço não formal de aprendizagem investigativa. *Química Nova na Escola*, 2(2), 129-135.

Córdoba, Nancy, Moreno, Fabian L., Osorio, Coralia, Velásquez, Sebastián, & Ruiz, Yolanda (2021). Chemical and sensory evaluation of cold brew coffees using different roasting profiles and brewing methods. *Food Research International*, 141. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996921000387>.

Durán, Carlos A. A., Tsukui, Anna, Santos, Filipe K. F., Martinez, Sabrina T., Bizzo, Humberto R., & Rezende, Claudia M. (2017). Café: aspectos gerais e seu aproveitamento para além da bebida. *Revista Virtual de Química*, 9(1), 107-134. <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/1970>.

Ferrão, Romário G., Ferrão, Maria A. G., Volpi, Paulo S., Fonseca, Aymbiré F. A., Verdin Filho, Abraão C., & Comério, Marcone (2020). Cultivares de cafés Conilon e Robusta. *Informe Agropecuário. Cafés Conilon e Robusta: potencialidades e desafios*. 41(309), 17-25. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/230374/1/cultivares-conilon-robusta-ferrao.pdf>.

Fonseca, Aymbiré F. A., Salva, Terezinha de J. G., Ferrão, Maria A. G., Ferrão, Romário G., Volpi, Paulo S., Verdin Filho, Abraão C., & Guarçoni, Rogério (2011). *Composição química de café conilon (coffea canephora)*. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Araxá – MG. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44402/1/Composicao-quimica.pdf>.

Guerra, Antônio C., Turci, Cássia, Francisco, Tatiana, dos Santos, Fabiana, Rodrigues, Ursula, Rodrigues, F. S., Collin, Bruno, Santos, Marcus Anderson, Conceição, Felipe, Lima, Marcelo, Nóbrega Júnior, Edison, dos Santos, Paula, & da Silva, Joaquim Fernando (2015). O Laboratório Didático de Química (LaDQuim): Um Espaço não-Formal de Ensino do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro para a Promoção do Letramento Científico e da Formação Cidadã. *Revista Virtual Química*, 7 (3), 903-914.

Guinness World Records (2014). Breaking Bad cooks up record-breaking formula for GUINNESS WORLD RECORDS 2014 edition. <https://www.guinnessworldrecords.com/news/2013/9/breaking-bad-cooks-up-record-breaking-formula-for-guinness-world-records-2014-edition-51000/>.

Instituto Federal do Espírito Santo (2023). Esclarecimentos a respeito das diferentes espécies de café, suas qualidades, finalidades e relevância para o Brasil. <https://ifes.edu.br/noticias/21143-esclarecimentos-a-respeito-das-diferentes-especies-de-caffe-suas-qualidades-finalidades-e-relevancia-para-o-brasil>.

Jesus, Danilo, & Guzzi Filho, Neurivaldo J. (2018). O café nosso de cada dia: investigação da influência de uma situação de estudo no processo de ensino aprendizagem de ciências da natureza no ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 11(1), 108-132.

Lisbôa, J. C. F. (2015). QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 37(2), 198-202.

Lopes, Antônio M. S., Carvalho, Poliana de S., & Silva, Edneide M. F. (2020). Análise da química presente no seriado *Breaking Bad* e sua utilização no ensino de química. *Revista Ciência e Desenvolvimento*, 13, 85-100.

Lourenço, Ariane B., Vizotto, Maria E., & Queiroz, Salete L. (2021). Contribuições à formação de professores de química para atuação em espaço de Educação não formal: quadro analítico como facilitador da avaliação. *Química Nova*, 44(10), 1369-1378.

Marques, Amanda C. T., & Marandino, Martha (2018). Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. *Educação e Pesquisa*, 44, 1-19.

Ministério da Agricultura e Pecuária (2022). Conheça a história do café no mundo e como o Brasil se tornou o maior produtor e exportador da bebida. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/conheca-a-historia-do-cafe-no-mundo-e-como-o-brasil-se-tornou-o-maior-produtor-e-exportador-da-bebida>.

Ministério da Agricultura e Pecuária (2023). Brasil é o maior produtor mundial e o segundo maior consumidor de café. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-o-maior-produtor-mundial-e-o-segundo-maior-consumidor-de-cafe>.

Moreira, Suzana S., Sobreira, Fabrício M., Lima, Túlio L. B., Oliveira, Antônio C. B., Pereira, Antônio A., & Malta, Marcelo R. (2015). *Correlação entre características químicas e sensoriais do café arábica*. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Curitiba – PR.

Mori, Rafael C., & Kasseboehmer, Ana C. (2019). Estratégias para a inserção de museus de ciências no estágio supervisionado em ensino de química. *Química Nova*, 42(7), 803-811.

Mussi, Ricardo F. F., Flores, Fábio F., & de Almeida, Cláudio B. (2021). Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. *Práxis Educacional*, 17(48), 60-77. <https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/9010>.

Oliveira, Roni I. R., & Gastal, Maria L. A. (2009). Educação formal fora de sala de aula – olhares sobre o ensino de ciências utilizando espaços não-formais. VII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis.

Oliveira, Tarcísio M. F. S., Caldeira, Farley A. B., Caldeira, Eduardo C., Ribeiro, Laisse D., Amaral, Igor B. C., & Reis, Arlete B. (2021). Aproveitamento do pó de café (pós-filtração) em aulas práticas de engenharia - uma abordagem acerca da sedimentação e caracterização de partículas. *Revista Virtual de Química*, 13(4), 969-980. <https://rvq.sbg.org.br/pdf/v13n4a13>.

Petracco, Marino (2005). Our everyday cup of coffee: the chemistry behind its magic. *Journal of Chemical Education*, 82(8), 1161-1167. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ed082p1161>.

Pinto, Leandro T., & Figueiredo, Viviane A. (2010). *O ensino de ciências e os espaços não formais de ensino. um estudo sobre o ensino de ciências no município de Duque de Caxias/RJ*. II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 7.

Ramos, Alessandro S., Pazinato, Maurício S., Salgado, Tania D. M., & Passos, Camila G. (2020). A atividade “Magia ou Ciência?” do evento Portas Abertas 2018: uma análise das perguntas produzidas pelos visitantes. *Ciência e Natura*, 42(98), 1-14. <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/43329/48787>.

Rao, Niny Z., Fuller, Megan, & Grim, Meghan D. (2020). Physiochemical characteristics of hot and cold brew coffee chemistry: the effects of roast level and brewing temperature on compound extraction. *Foods*, 9(7), 902.

Rocha, Sônia C. B. (2008). *A escola e os espaços não-formais: possibilidades para o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Universidade Estadual do Amazonas, Manaus.

Sandusky, Peter O. (2017). Introducing undergraduate students to metabolomics using a NMR-based analysis of coffee beans. *Journal of Chemical Education*, 94, 1324-1328. https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.jchemed.6b00559?ref=article_openPDF.

- Santos, Saulo C. S. (2017). Espaços educativos científicos: formal, não formal e informal/Scientific Education Spaces: formal, non-formal, and informal. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, 9(20), 98-107. <https://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/251>.
- Santos, Graziane G., Ribeiro, Tiago N., & Nascimento, Divanizia S. (2018). Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir de experimentação e problematização. *Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 14(30), 141-158. <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/4950/4898>.
- Schnetzler, Roseli P. (2002). A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, 25, 14-24.
- Shibao, Julianna, & Bastos, Deborah H. M. (2011). Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. *Revista de Nutrição*, 24(6), 895-904. <https://www.scielo.br/j/rn/a/wTm7dwhHqds8KqX6HqfWFfM>.
- Silva, João G. S., & Santos, Reginaldo (2021). Contribuições de um espaço não formal para a promoção de ensino escolar contextualizado e interdisciplinar à luz da BNCC. *ACTIO: Docência em Ciências*, 6(1), 1-23.
- Stathakis, Jonathan G. H., Cravino, Jake A., & Shalliker, Ross A. (2023). Antioxidants in coffee: an exercise using HPLC with post-column derivatization and statistical analysis. *Journal of Chemical Education*, 100, 1564–1570.
- Steola, A. C. d. S.; Kasseboehmer, A. C. (2018). O espaço da química nos centros e museus de ciências brasileiros. *Química Nova*, 41, 1072–1082.
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (2023). Manual de experimentos - QUI02023 Química Orgânica Experimental I-B. <http://www.iq.ufrgs.br/dqo/images/apostilas/Apostila-QUI02023---Profa.-Jessie.pdf>.
- Wagensberg, Jorge (2002). *Principios fundamentales de la museologia científica moderna*. Anais do Seminário Internacional de Implantação de Centros e Museus de Ciências. Rio de Janeiro.
- Xavier, Diana A. L., & Luz, Priscyla C. S. (2016). Dificuldades enfrentadas pelos professores para realizar atividades de educação ambiental em espaços não formais. *Revista Margens Interdisciplinar*. 9(12), 290–311.
- Zanrosso, Crissiê D., Lima, Dirléia S., Machado, Tiele C., Souza, Vanessa M., & Costa, Luciano A. (2017). Operação café passado: uma perspectiva didático-pedagógica para o ensino em engenharia química. *Química Nova*, 40(8), 957-962.
- Ziefuß, Anna R., Hupfeld, Tim, Meckelmann, Sven W., Meyer, Martin, Schmitz, Oliver J., Kaziur-Cegla, Wiebke, Tintrop, Lucie K., Schmidt, Torsten C., Gökce, Bilal, & Barcikowski, Stephan (2022). *Science of Food*, 6(19). <https://www.nature.com/articles/s41538-022-00134-6>.