UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL

***CAMPUS* ARAPIRACA**

QUÍMICA - LICENCIATURA

VIVIANE SANTOS DA SILVA

RELATO DE EXPERIÊNCIA DE UMA LICENCIANDA EM QUÍMICA COM A METODOLOGIA DE ESTUDO DE CASO: " SOBROU PARA O ALFREDO O BAGAÇO DA CANA" – EXPERIÊNCIAS E VIVÊNCIAS.

ARAPIRACA

2024

Viviane Santos da Silva

Relato de experiência de uma licencianda em química com a metodologia de estudo de caso: “ Sobrou para o Alfredo o bagaço da cana” – experiências e vivências.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), submetido ao curso de química licenciatura da Universidade Federal de Alagoas- UFAL, Campus Arapiraca, como requisito para a obtenção de título de licenciada em Química.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Silvia Helena Cardoso.

Arapiraca

2024

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
Biblioteca Setorial *Campus* Arapiraca - BSCA

S586r Silva, Viviane Santos da
Relato de experiência de uma licencianda em química com a metodologia de estudo de caso [recurso eletrônico]: "Sobrou para o Alfredo o bagaço da cana - experiências e vivências / Viviane Santos da Silva. – Arapiraca, 2024.
44 f.: il.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Sílvia Helena Cardoso.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, 2024.
Disponível em: Universidade Digital (UD) / RD- BSCA– UFAL (*Campus* Arapiraca).
Referências: f. 37-43.
Anexo: f. 44.

1. Ensino de química. 2. Estudo de casos. 3. Cana-de-açúcar. 4. Bagaço de cana. I. Cardoso, Sílvia Helena. II. Título.

CDU 54

Bibliotecário responsável: Nestor Antonio Alves Junior
CRB-4 / 1557

Viviane Santos da Silva

Relato de experiência de uma licencianda em química com a metodologia de estudo de caso: “ Sobrou para o Alfredo o bagaço da cana” – experiências e vivências.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), submetido ao curso de química licenciatura da Universidade Federal de Alagoas- UFAL, Campus Arapiraca, como requisito para a obtenção de título de licenciada em Química.

Data de aprovação: 08/03/2024

Banca Examinadora

gov.br Documento assinado digitalmente
SILVIA HELENA CARDOSO
Data: 30/04/2024 14:47:33-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dr.ª Silvia Helena Cardoso
Universidade Federal de Alagoas —UFAL
Campus Arapiraca
(Orientadora)

gov.br Documento assinado digitalmente
RAFAEL SARAIVA NUNES
Data: 05/04/2024 18:05:43-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Rafael Saraiva Nunes
Universidade Federal de Alagoas —UFAL
Campus Arapiraca
(Examinador)

gov.br Documento assinado digitalmente
DIOGENES MENESES DOS SANTOS
Data: 05/04/2024 18:32:54-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Diógenes Meneses dos Santos
Universidade Federal de Alagoas —UFAL
Campus Arapiraca
(Examinador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado forças para persistir na caminhada acadêmica mesmo em meio às dificuldades. Por me proporcionar conhecer pessoas especiais que fizeram o meu caminhar um pouco mais prazeroso e assim, marcaram a minha vida positivamente.

À minha orientadora Prof. Dr.ª Silvia Helena Cardoso pelo apoio e por me direcionar na construção deste trabalho.

À minha mãe por ter sido sempre meu alicerce e, um agradecimento muito especial ao meu irmão, que jamais mediu esforços para me levar todos os dias do sítio em direção a cidade para que eu pudesse esperar o ônibus.

À um amigo muito, mas muito especial, que sempre esteve comigo me incentivando e me ajudando em tudo que eu precisei, talvez sem ele eu não estivesse aqui escrevendo estes agradecimentos. Obrigada, Edycleverton Paulo!

Aos meus queridos colegas do curso: Alydia (in memória), Luiz Alberto, Ivanneide, Emanuelly, Midiane, Camila, Mariana e Andressa. Vocês sempre terão um lugar especial em minhas melhores memórias da UFAL.

À Camila Beserra, uma profissional incrível do campus, que sempre me acolheu e me ajudou a lidar emocionalmente com as adversidades.

À UFAL, aos programas de residência pedagógica, PET-Química e de monitoria; à CAPES e demais entidades, pelas vivências e pelas bolsas concedidas. A todos os docentes do curso de química por todo conhecimento e experiências compartilhadas.

À minha querida professora e amiga ao longo do 3° período, Rosemeire Macêdo, por ter me mostrado que ser professor (a) é um ato de amor ao mundo.

Por fim, ao universo por me ensinar a levantar mais forte a cada queda.

“Não importa o que aconteça, continue a nadar”

(Walters, Graham; Procurando Nemo, 2003.)

RESUMO

O presente trabalho buscou investigar a metodologia do Estudo de Caso (EC), um método baseado na problematização do ensino, um dos mecanismos ativos de aprendizagem que tem ganhado evidência nos últimos anos por discutir os processos de ensino e aprendizagem de um ponto de vista diferente dos habituais métodos tradicionais. Diante disso, ao longo deste trabalho, buscou-se apresentar, a partir de um relato de experiência, as premissas do método de estudo de caso, bem como a resolução de um caso proposto nas disciplinas de projetos integradores como possibilidade formativa de uma estudante de licenciatura em química da UFAL- campus Arapiraca. Especificamente, o caso trabalhado trata da reutilização da Cinza do Bagaço de Cana de Açúcar (CBCA) como suplemento para a produção de tijolos ecológicos. Em resumo, a solução para o caso baseou-se na substituição de parte do cimento usado na confecção dos tijolos por cinza de cana de açúcar na produção de tal material. Para construção de tal proposta, foi necessário realizar uma revisão bibliográfica sobre o método de estudo de caso e processo relacionado a reutilização do bagaço da cana de açúcar na literatura. Foram pesquisados 100 trabalhos que trabalharam a temática do caso, porém, ao final foi escolhido um total de 10 trabalhos publicados entre os anos de 2009 a 2020. Também foram revisados os conceitos de reações químicas, solubilidade, hidratação e desidratação, propriedades e reatividade química. A proposta de solução do caso apresentada permitiu, sob o meu olhar como licencianda, o desenvolvimento e aprimoramento das habilidades formativas de pesquisa em bases de dados específicas, organização de informações, argumentação, oratória e escrita, trabalho em grupo, protagonismo, além da capacitação para o futuro exercício da docência em tempos de BNCC. Tais habilidades puderam ser validadas pela aprovação do trabalho "A Utilização do método de estudo para a aquisição de conhecimento em química dos materiais e produção de tijolo ecológico" no Congresso Nacional de Educação (CONEDU/2021), no formato de resumo expandido, bem como convite para a sua posterior publicação. Assim, o método de estudo de caso nos pareceu adequado e eficiente ao desenvolvimento de uma relação significativa entre o conteúdo e o contexto daquilo que é ensinado e o que é vivido na prática pelo aluno, trazendo avanços no processo complexo de ensino e aprendizagem.

Palavras- Chave: estudo de caso; ensino de química; Cinza do Bagaço de Cana de Açúcar (CBCA).

ABSTRACT

The present study aimed to investigate the Case Study methodology (CS), a method based on the problematization of teaching, one of the active learning mechanisms that has gained prominence in recent years for discussing teaching and learning processes from a different perspective than traditional methods. Throughout this work, we sought to present, based on an experiential report, the premises of the case study method, as well as the resolution of a case proposed in integrative projects disciplines as a formative possibility for a chemistry undergraduate student at UFAL - Arapiraca campus. Specifically, the case dealt with the reuse of sugarcane bagasse ash (CBCA) as a supplement for the production of ecological bricks. In summary, the solution to the case was based on replacing part of the cement used in brick making with sugarcane bagasse ash in the production of such material. To develop this proposal, it was necessary to conduct a literature review on the case study method and the process related to the reuse of sugarcane bagasse in the literature. One hundred papers addressing the case theme were researched, but in the end, a total of 10 papers published between 2009 and 2020 were chosen. Concepts of chemical reactions, solubility, hydration and dehydration, properties, and chemical reactivity were also reviewed. The proposed case solution allowed, in my view as a student teacher, the development and enhancement of formative skills in specific database research, information organization, argumentation, public speaking, writing, teamwork, leadership, and preparation for future teaching in the context of the National Curricular Common Base (BNCC). These skills were validated by the approval of the work "The Use of the Study Method for the Acquisition of Knowledge in Materials Chemistry and Ecological Brick Production" at the National Congress of Education (CONEDU/2021) in the form of an expanded abstract, as well as an invitation for its subsequent publication. Thus, the case study method appeared to be suitable and efficient for developing a meaningful relationship between the content and the context of what is taught and experienced in practice by the student, bringing advances in the complex process of teaching and learning.

Keywords: case study; chemistry teaching; sugarcane bagasse ash (CBCA).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Roteiro para resolução de um caso……..... 18
Figura 2 - Etapas de processamento e obtenção dos subprodutos da cana-de-açúcar..... 21
Figura 3 - Sílica em estrutura cristalina…….....…….....……. 22
Figura 4 - Sílica com estrutura amorfa…….....…… 23
Figura 5- Estrutura química da sílica cristalina (a) e amorfa (b)..... 23

LISTA DE TABELAS

Quadro 1- Trabalhos usados para construção de resolução do caso……. 27
Quadro 2 - Composição da Cinza do Bagaço de Cana……... 30
Quadro 3 - Composição do cimento Portland…….. 30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....10
2 OBJETIVOS.....12
2.1 OBJETIVO GERAL.....12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....12
3 JUSTIFICATIVA.....13
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO.....14
4.1 BNCC: DESAFIOS E IMPLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA.....14
4.2 O MÉTODO DE ESTUDO DE CASO.....17
4.3 O CASO.....20
4.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CANA DE AÇÚCAR.....20
5 METODOLOGIA.....26
6 ANÁLISE E DISCUSSÕES.....28
6.1 ESTRATÉGIAS PARA A RESOLUÇÃO DO CASO.....28
6.2 IMPRESSÕES ACERCA DO MÉTODO DE ESTUDO DE CASO.....33
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....35
REFERÊNCIAS.....37
ANEXO A - CERTIFICADO VII CONEDU.....43

1 INTRODUÇÃO

No campo das ciências exatas, as inquietações dos alunos no que se refere à compreensão dos conteúdos e a aprendizagem daquilo que está previsto nas matrizes curriculares traz à tona a necessidade do uso de novas ferramentas e metodologias que possam auxiliar a produção de um conhecimento sólido e condizente acerca das disciplinas presentes no currículo. Na Química, por exemplo, desde o ensino médio, os alunos tendem a possuir grandes dificuldades em acompanhar linearmente os conteúdos ministrados. Isso se deve a dificuldade que os indivíduos possuem em associar aquilo que é aprendido em sala de aula com situações vivenciadas e observadas a sua volta. Para Tufano (2002), é imprescindível que o professor busque estabelecer relações consistentes entre o ensino de conteúdos e a presença dos mesmos na realidade do seu aluno. A ausência desse mecanismo de associação prejudica o processo de ensino-aprendizagem e tende a afastar esse indivíduo, levando a uma possível baixa na assimilação do conhecimento por parte do envolvido.

Diante desse cenário, é possível observar um aumento crescente na procura por informações que possam ajudar professores de química e de outras ciências na superação dos desafios atuais que permeiam a docência. Para Alves (2014), existe hoje a necessidade de uma desconstrução ante aos estudantes da ideia de que a química independe das outras áreas do conhecimento, uma vez que todas estão interligadas em uma só dimensão e com um só objetivo: entender o mundo que nos cerca. Todavia, para viabilizar tal mudança, é preciso conhecer e testar situações metodológicas diferentes, ainda que possam parecer desafiadoras ao professor. A favor disso, nos últimos anos, tem se falado muito a respeito das metodologias ativas como uma promessa de mudança desse cenário. Aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida, gamificação, cultura maker, e o estudo de caso, tema principal deste trabalho, são algumas das muitas possibilidades metodológicas para serem pensadas e que podem ajudar a agregar conhecimento em sala de aula.

Dito isso, a metodologia do estudo de caso traz uma oportunidade, uma vez que esta consiste em uma abordagem de ensino baseada em situações de contexto real, que tem como objetivo problematizar determinada situação com intuito de cativar a atenção e curiosidade do estudante a respeito da uma problemática apresentada (Sá; Queiroz, 2009). Este é um método de ensino que vem sendo utilizado há tempos em alguns cursos de nível superior e, recentemente, no ensino de ciências, tendo em vista que o método de estudo de caso compõe uma importante ferramenta de interpretação de forma contextualizada, uma vez que objetiva compreender os problemas sob diversos ângulos (Costa *et al.*, 2022) .

Nesta perspectiva, Sá e Queiroz (2009) têm desenvolvido nos últimos anos alguns trabalhos que utilizam a metodologia do estudo de caso no ensino de química, os quais podem servir de embasamento para discussões a respeito da eficiência e dos atributos da utilização de tal mecanismo para promoção da aprendizagem.

Assim, este trabalho visou levantar informações sobre o método de estudo de caso, em si mesmo e, investigar, a partir do ponto de vista de uma licencianda em química, como a resolução de um determinado caso pode contribuir para a aprendizagem de conteúdos em uma dada área específica.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar os atributos da metodologia do estudo de caso na aprendizagem de ciências/química a partir do relato de experiência de uma licencianda em química nas disciplinas de projetos integradores, com o caso “sobrou para o Alfredo o bagaço da cana”.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar informações sobre as origens eo uso do método de estudo de caso;
- Explorar as potencialidades da metodologia do Estudo de Caso (EC) para o ensino de química com enfoque interdisciplinar;
- Propor uma proposta de resolução para o caso “Sobrou para o Alfredo o bagaço da cana”;
- Apontar as habilidades formativas que a resolução do caso “sobrou para o Alfredo o bagaço da cana” foi capaz de desenvolver em uma licencianda em química e suas contribuições para a formação de professores em tempos de BNCC.

3 JUSTIFICATIVA

Perceber os problemas de aprendizagem existentes e refletir sobre possíveis soluções para estes são questionamentos que devem fazer parte do dia a dia de todos os envolvidos no meio educacional. No ensino de ciências, há a necessidade de atualização constante ante as formas de trocas de conhecimento considerando que a atual geração está inserida em um mundo onde o acesso às informações de forma excessiva tem sido feito de maneiras equivocadas e com pouco aproveitamento intelectual por alguns estudantes.

Entretanto, o fácil acesso ao conhecimento que foi possibilitado com o desenvolvimento tecnológico dos últimos anos pode se apresentar como um aliado na promoção de uma educação transformadora e fiel ao que se propõe. O excesso de informação, desde que com orientação adequada, pode auxiliar professores e alunos de maneiras inimagináveis no complexo processo educacional. Ao professor, é apresentado um leque de possibilidades metodológicas por trás das tecnologias atuais, por exemplo, e aos alunos, são dadas ferramentas para buscar diferentes maneiras de aprender.

Diante disso, a metodologia do Estudo de Caso, que pode fazer uso ou não de tecnologias, aqui apresentada, é tida como uma escolha desejável para ser usada em aulas de variados campos do conhecimento, inclusive no ensino de química, uma vez que faz do aluno o responsável por sua aprendizagem e tende a orientá-lo em diferentes níveis de desenvolvimento, à medida que a utilização desse método, na aquisição de conhecimentos em química, proporciona uma contextualização concreta para a compreensão dos conceitos teóricos desde os mais básicos até os mais avançados, aplicando-os em situações práticas e reais, demonstrando os resultados obtidos e consequentemente, contribuindo para a compreensão dos detalhes, dinâmicas e consequências dos fenômenos químicos que estão sendo estudados. Dessa maneira, este método de ensino permite uma análise aprofundada dos fatores envolvidos, considerando múltiplas variáveis e suas interações, além de adequar-se aos propósitos da Base Nacional Curricular Comum (BNCC) a qual objetiva formar estudantes com habilidades e conhecimentos considerados essenciais para a contemporaneidade.

Assim, considerando os desafios enfrentados pelos professores de química a partir da implementação da BNCC e reconhecendo a importância da aprendizagem de metodologias variadas durante o percurso formativo de um licenciando para o exercício da sua prática profissional em sala de aula, abordaremos brevemente a BNCC e sua relação com o método de estudo de caso.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO

4.1 BNCC: DESAFIOS E IMPLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

Nos últimos anos, muito tem se discutido em relação ao modelo de ensino predominante no Brasil, tradicional e mecânico, que parece não estar sendo suficiente para suprir as necessidades de aprendizagens atuais, além de pouco colaborar para a construção de uma autonomia na busca por conhecimento dos estudantes. Neste sentido, ao longo dos anos foram instituídos alguns documentos para regulamentar a educação, dentre eles um dos mais antigos e importantes está a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (LDBEN, Lei nº 9.394/1996), no qual todo o sistema de educação no Brasil está organizado e submetido a ela. Em seu artigo 22, a LDB expõe que a educação básica tem como propósito desenvolver o educando, possibilitando-lhe uma formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores, além da busca pela preservação autonomia da escola e de propostas pedagógica voltada para esta autonomia. Para obtenção de tal propósito, a LDB em colaboração com outros órgãos tais como o Plano Nacional de Educação (PNE, Lei nº 13.005/2014), que instituiu, entre os anos de 2017 e 2018, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento de extrema importância para a educação brasileira hoje. Ela se faz como documento de imposição e obrigatoriedade na educação básica, e sua organização está em competências gerais.

A BNCC é uma política nacional curricular que constitui-se, enquanto documento normativo, com objetivo de selecionar e organizar os conhecimentos que precisam ser aprendidos ao longo dos níveis educacionais básicos, orientando assim a construção dos currículos escolares, adaptando-se às particularidades de cada região do país (Brasil, 2018). É importante ressaltar que este documento é hoje a referência nacional obrigatória para adequação dos currículos da Educação Básica em todo o Brasil. Com função técnica e instrumental homogeneizante, este documento teve sua homologação completa em dezembro de 2018. Uma vez homologada pelo MEC, o documento deveria entrar em vigor, e as instituições de ensino teriam até o ano de 2022 para se adequar à BNCC. Entretanto, esse fato ainda causa preocupação no setor educacional considerando as mudanças apresentadas e os desafios para alcançar os propósitos do documento. Nesta perspectiva, Carvalho (2010, p. 42) aponta que "[...] a escola é desafiada a transmitir novos conhecimentos e formar novas competências com o objetivo de preparar os seres humanos para as novas condições de vida,

em consonância com a dinâmica do capitalismo", uma vez que a escola precisa acompanhar proporcionalmente o fluxo de mudança sofrida pela sociedade ao passar dos anos. Contudo, o documento reforça não somente esse ponto como importante para a formação do aluno, mas busca incitar uma reflexão sobre o desenvolvimento pessoal e a integração Curricular voltada para interdisciplinaridade como meios de obtenção dos propósitos de aprendizagens (Brasil, 2018).

Para tanto, ao analisarmos estes documentos oficiais que embasam a educação básica no Brasil, em especial o documento formativo da BNCC, sobre os reais objetivos da educação, foi possível perceber que esta traz uma estrutura que evidencia as competências que precisam, necessariamente, ser desenvolvidas pelos estudantes no final de cada etapa escolar, não somente em termos de conteúdos, mas também em habilidades formativas integrativas.

Sob tal ótica, é importante observar que a BNCC busca fazer uma articulação entre a educação e os desafios do mundo contemporâneo, além de promover a equidade, enfatizar a formação integral dos estudantes, o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, a valorização da diversidade cultural e a promoção da cidadania, além da formação para o trabalho, a partir da imposição dos objetivos e das temáticas privilegiadas para o alcance do desenvolvimento das "dez competências gerais" da Educação Básica nos alunos, de todos os níveis e modalidades de Ensino, a saber: conhecimento; pensamento científico crítico e criativo; repertório cultural; comunicação; cultura digital; trabalho e projetos de vida; argumentação; autoconhecimento e autocuidado; empatia e colaboração; responsabilidade e cidadania. (Brasil, 2018**).**

Santos (2018) ressalta a relevância do currículo na vida dos estudantes e professores, uma vez que a organização e apresentação dos conhecimentos no currículo têm o potencial de direcionar e transformar a vida dos envolvidos na comunidade escolar. Diante disso, é fundamental adotar abordagens pedagógicas que considerem a contextualização dos conteúdos, a partir das vivências e, não apenas da exemplificação, levando em conta a realidade e os interesses dos alunos, pois "o conhecimento deve ser buscado pelos alunos a partir de necessidades de sua vida real [...]" (Duarte, 2010. p. 41).

Portanto, ao promover uma educação mais significativa, que estabeleça conexões entre os conceitos estudados e a experiência cotidiana dos estudantes, é possível despertar o interesse pelo estudo e tornar a aprendizagem mais motivadora e transformadora, ao invés de puramente técnica voltada para o mercado de trabalho. Para Ramos (2002), a contextualização do ensino é um recurso válido, uma vez que amplia as possibilidades de interação, seja, entre

as disciplinas nucleadas em uma área de conhecimento ou, também, entre esses conhecimentos e a realidade cotidiana do aluno.

Para tanto, observa-se que há um aumento significativo nas discussões envolvendo o campo educacional e a utilização de diferentes maneiras de educar alunos para o pleno exercício da cidadania e uso das tecnologias disponíveis na promoção do conhecimento conforme orientações do documento formativo. Essas discussões promoveram alguns avanços no que diz respeito ao uso dos recursos metodológicos de ensino empregados, em sua maioria, de cunho conteudista, e que pouco busca explorar a subjetividade e a conexão com a realidade do sujeito que está no processo de formação crítica e construtiva do seu *Eu* como um *SER* social e profissional, pertencente a uma sociedade (Borges; Alencar, 2014).

Vale ressaltar, que estudos realizados por Frison (2016) apontam que mesmo com a facilidade de materiais e ferramentas de estudos disponíveis atualmente, até mesmo o ensino superior se depara, constantemente, com alunos apresentando dificuldades para alcançar propósitos curriculares que são orientados pelas entidades de ensino. Isso se deve, na maioria das vezes, pela defasagem durante a passagem pela educação básica, onde há a predominância quase que exclusiva de metodologias tradicionalistas onde os alunos tende a pegar os conteúdos prontos com o objetivo tão somente de decorar para provas, fato que Freire (2005) denomina de educação opressora, pois não há a necessária libertação a partir do conhecimento, uma vez que não há conhecimento, mas sim a mera reprodução do mesmo. Diante disso, é cobrado do licenciando um posicionamento reverso ante essa realidade, possibilitando que sua formação enquanto profissional da educação cause adequações que possibilitem melhorias na prática docente para a educação básica.

Além disso, quando se trata da BNCC, é importante se atentar que este documento é trabalhado com ênfase no desenvolvimento de competências e habilidades, características essenciais com o intuito de levar o estudante a querer ir além do ensino de conteúdos específicos, estimulando sua curiosidade e necessidade de adentrar em diferentes contextos da realidade e convivência humana, visto que segundo a BNCC:

> Competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho, onde a educação deve afirmar valores e estimular ações que contribuam para a transformação da sociedade, tornando-a mais humana, socialmente justa e, também, voltada para a preservação da natureza. (Brasil, 2018, p.8).

Desse modo, ela propõe uma abordagem mais ampla e integrada, que visa preparar os estudantes do ensino básico para lidar com as mais diversas situações do cotidiano, além de atuar de forma crítica, criativa e ética na sociedade, criticidade essa que Praia *et al.,* (2007) afirma ser muito importante despertar no aluno, induzindo-os a colocarem ideias, pensamentos e estudos à prova, de forma a obter soluções aceitáveis e adequadas sobre determinadas situações problemáticas, desafiando-os na construção de conhecimentos mais duradouros e menos repetitivos, possibilitando aos mesmos uma formação básica e/ou superior menos limitante.

Para tanto, antes de pensar em métodos de ensino, é importante refletir sobre os sujeitos, como seres individualizados, com características próprias e que podem aprender a partir de diferentes modos comparados aos seus iguais. Dessa maneira, é importante que compreendamos que quando falamos em possibilidades diferentes de aprendizagem que privilegiam determinados aspectos da aprendizagem, não estamos objetivando fazer uma extinção dos que já existem, mas sim acrescentá-los como forma de beneficiar a todos os alunos, independente de suas singularidades. Pois, como cita Gallo (2012), não existe método perfeito para aprender, mas o aprender acontece, com cada um, singularmente.

Embasado nas pautas trazidas pela BNCC e a importância deste documento para a educação, abaixo trazemos uma breve discussão sobre o estudo de caso como possibilidade para a promoção de habilidades indicadas pelo documento e conhecimento em determinadas áreas do conhecimento.

4.2 O MÉTODO DE ESTUDO DE CASO

O Estudo de Caso (EC) é uma metodologia de ensino ativa, caracterizada pela narração envolvendo a problematização da vida real, tendo como principal objetivo fazer com que os estudantes consigam desenvolver autonomia ao longo do processo de construção do conhecimento (Rocha, 2016). Este método se baseia em uma abordagem diferenciada de aprendizagem que estamos acostumados a vivenciar em sala de aula, uma vez que esse modo de problematização foge da abordagem tradicional de ensino no qual entende- se que o aluno absorve de maneira passiva o conhecimento. Para Bastos (2006), as metodologias ativas são processos interativos de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas que requerem dos envolvidos posturas emancipatórias e reflexivas.

Assim, de acordo com Sá e Queiroz (2007), o EC se apresenta como uma variável da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), e que, de acordo com os autores, teve suas

origens na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, em Ontário no Canadá, de meados para o fim do século XIX, época no qual, por um longo tempo, ficou limitado apenas à formação de profissionais voltados para a área da saúde como médicos e enfermeiros.

Dessa forma, apesar da metodologia de EC ser uma abordagem antiga uma vez que suas primeiras aparições datam do meio para o fim do século XIX, observa-se uma baixa margem de difusão da mesma nos últimos anos. Os trabalhos desenvolvidos e publicados são considerados abaixo do ideal, principalmente no que se refere aos artigos brasileiros abordando o ensino de ciências no ensino superior. Os autores que possuem o maior número de trabalhos publicados relacionados ao tema "Estudo de Caso" envolvendo o ensino de ciências, até o presente momento são a pesquisadora Salete Linhares Queiroz, com nove trabalhos diversificados na área; Nilcimar dos Santos Souza, autora de sete, além de algumas outras poucas publicações desenvolvidas por autores subsequentes até o ano de 2021 (Selbach *et al*., 2021). Fato é que nestes últimos anos, nota-se ascensão cada vez maior por desenvolver trabalhos científicos voltados para a área de metodologias ativas, a citar o método de estudo de caso. Esse fato evidencia que, apesar da metodologia tradicional insistir em prevalecer diante dos currículos atuais de ensino, há a necessidade da busca por novos olhares e possibilidades no que diz respeito ao ensino e a aprendizagem diante do cenário de mudanças pelo qual os indivíduos estão sendo expostos neste último século e que requer maior autonomia e senso crítico ante as necessidades atuais.

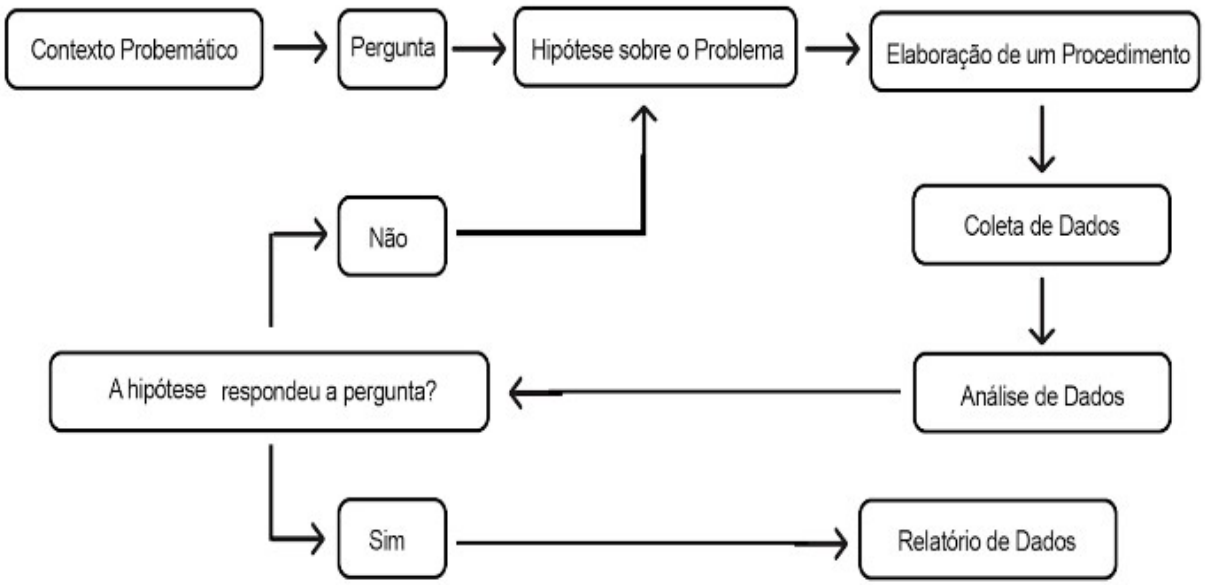
Nesta perspectiva, o modelo de ensino baseado no método de estudo de caso pode ser usado também com a intenção de melhorar ou colaborar para a eficiência ante a tomada de decisões profissionais, uma vez que abre possibilidades de expansão de olhares mediante ao conhecimento de mundo, além do desenvolvimento de prática intrínsecas de cooperação e argumentação ao fomentar o trabalho em equipe e possibilita que o aluno possa aprender através de uma figura diferente daquela apresentada pelo professor (Sá *et al*., 2007.; Sá; Queiroz, 2009).

Os casos, como são chamadas as narrativas construídas em cima de tal metodologia, são considerados uma alternativa viável, diversificada e multidisciplinar de se trabalhar determinados temas geradores de conhecimento, de modo a promover à realização de atividades com maior flexibilidade, autonomia e com maior grau de senso crítico no que se refere ao aluno, uma vez que podem ser desenvolvidas diversas habilidades favoráveis à vida escolar, acadêmica e social do estudante (Sá; Queiroz, 2018). Além disso, as atividades podem ser planejadas e realizadas de modo presencial ou remoto, por meio de diferentes ambientes educacionais e fazendo uso de diversas plataformas de aprendizagem, promovendo

a independência dos envolvidos e podendo incentivar os mesmos a refletirem e buscarem soluções para as problemáticas que permeiam o seu dia a dia, ao passo que aprendem fazendo na prática usando a sua própria realidade (Freitas, 2003).

Entretanto, ao usar a metodologia para a resolução de um caso, é importante que haja a devida orientação dos alunos no estabelecimento de alguns passos pré-definidos e que devem ser seguidos para evitar que estes se percam no caminho, ante o excesso de informação. Nesse contexto, para Rosalino, Silva e Kasseboehmer (2018), o caminho para a resolução do caso deve iniciar com o contexto problemático, ou seja, com a análise do problema onde este está inserido, e somente termina com a apresentação de relatório de uma solução científica condizente, como mostra a Figura 1:

Figura 1- Roteiro para a resolução de um caso.



Fonte: Rosalino, Silva e Kasseboehmer (2018, p. 2).

O método de Estudo de Caso baseia-se no fato de que um caso apresenta uma determinada pergunta em contexto específico que frequentemente envolve conflito ou a necessidade de reconciliar ou equilibrar muitas variáveis por vezes complexas, coexistindo diversas maneiras diferentes para chegar à resposta (Grayham, 2010). Por esta razão, a complexidade por trás do caso exige um nível significativamente maior de entendimento por parte dos estudantes, que precisam identificar os principais desafios e as questões teóricas do caso antes de formular soluções ou abordagens apropriadas, possibilitando desenvolver no indivíduo habilidades para um convívio harmonioso e consciente com a natureza e em sociedade. Em consonância, Yin (2005), afirma que o estudo de caso abre ao aluno

pesquisador a possibilidade de compreender os fenômenos a partir de diferentes ângulos, buscando um amplo entendimento, além de se apresentar de maneira interativa para o ensino e a aprendizagem de ciências.

4.3 O CASO

Título: Sobrou para o Alfredo o bagaço da cana.

O caso escolhido para ser trabalhado conforme sua resolução, "Sobrou para o Alfredo o bagaço da cana", é uma narrativa escrita por integrantes do Grupo de Pesquisas em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC) que conta a história fictícia de um homem chamado Alfredo que se encontra em dificuldades em razão do descarte irregular em seu quintal de bagaço de cana de açúcar.

A história se passa no bairro em que o personagem vive, onde há a instalação de uma empresa que trabalha com a produção de açúcar e álcool a partir da moagem da cana de açúcar e, como resíduo da produção desses materiais é originado o chamado bagaço da cana como um subproduto dessa matéria prima. Esse bagaço é depositado próximo ao quintal da casa de Alfredo sem que houvesse nenhum tipo de permissão, comunicação ou explicação a respeito, o que causa sentimento de indignação e preocupação ao personagem.

Desse modo, o objetivo dessa narrativa é fazer com que o aluno trabalhe na resolução do problema a partir de questionamentos próprios buscando entender as temáticas e percebendo a importância do conhecimento científico para uma vida ambiental e socialmente empática e saudável.

Considerando a necessidade de conhecer algumas informações científicas importantes a respeito dessa biomassa (cana de açúcar), e as principais reações químicas que ocorrem desde sua fase inicial até a formação do bagaço e da cinza (quando o bagaço é queimado nas caldeiras), no subtópico abaixo, estão apresentados alguns conceitos que servirão de base para o entendimento da proposta de resolução apresentada.

4.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CANA DE AÇÚCAR

A cana de açúcar é uma das biomassas mais importantes para o desenvolvimento econômico, energético e agroindustrial do mundo. Além da obtenção do açúcar e álcool, ela pode ser transformada em recursos energéticos a partir da combustão em caldeira, pois possui eficiência semelhante aos principais recursos não renováveis como o carvão e o petróleo (Bizzo *et al.*, 2014). A biomassa produzida é resultante da conversão de energia solar em energia

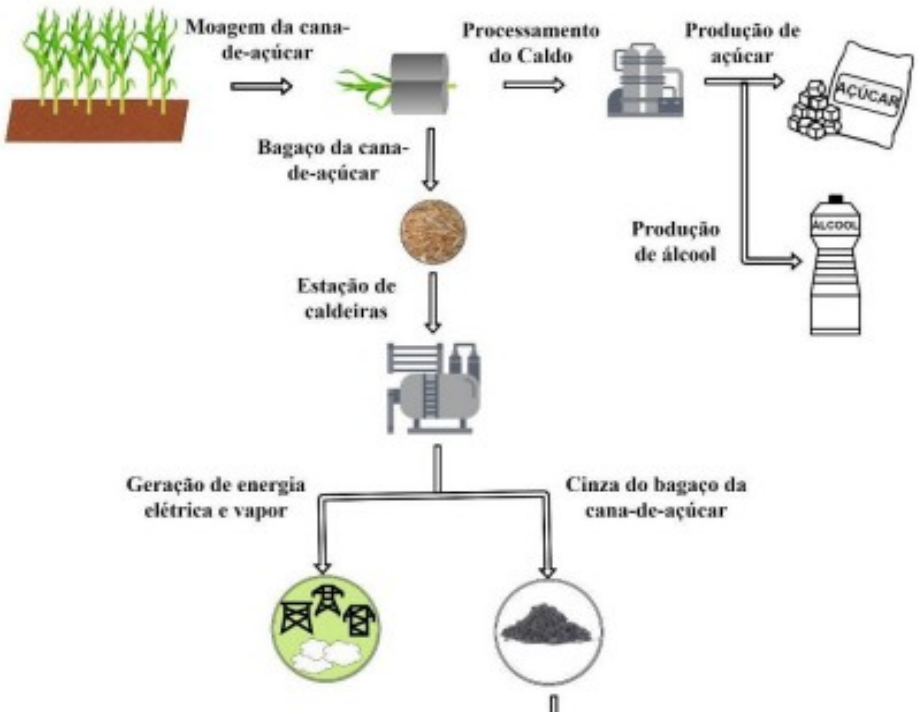
química através da fotossíntese (Mckendry, 2001), no qual as plantas sintetizam elementos como carboidratos nas células vegetais usando a energia solar, água e dióxido de carbono (Jacome, 2018).

No processo natural autogênese (atividade biológica), diferentes componentes podem ser formados no interior das plantas ou a partir de impurezas externas fixadas na sua superfície. Estas tranformações podem acontecer nos diferentes períodos: antes, durante e após a morte da cana de açúcar (Jacome, 2018). Todavia, o processo antropogênico define a formação dos componentes presentes na biomassa, em decorrência de atividades que o homem realiza para o seu aproveitamento (Vassilev *et al.*, 2010). Como resultado desses processos, há a formação de uma mistura heterogênea predominante de compostos orgânicos na estrutura da parede celular da planta. Os compostos inorgânicos, presentes em menor proporção, podem ser absorvidos pelas plantas durante seu crescimento ou podem resultar de impurezas minerais advindas de ações humanas, como por exemplo podemos citar aqueles que estão presentes na cinza da cana-de-açúcar (Jacome, 2018).

De acordo com Jacome (2018), as proporções referente ao conjunto de elementos que compõem a cana é apresentada de acordo com a ordem de abundância em primários, secundários e traços. Os primários correspondem em especial à matéria orgânica dessa biomassa, e suas porções são superiores a 1,0% em massa com os elementos carbono (C) , oxigênio (O), hidrogênio (H). Já os secundários, entre 1,0 e 0,1% em massa, representam a matéria inorgânica da biomassa e também a das cinzas, e são os elementos silício (Si) , ferro (Fe), alumínio (Al), potássio (K), sódio (Na), magnésio (Mg), cálcio (Ca), cloro (Cl) e enxofre (S). Os traços são os elementos representando valores menores a 0,1% em massa, tais como o cobre, (Cu), argônio (Ar), prata (Pb), entre outros (Jacome, 2018, p. 36)

A cana-de-açúcar, logo após a colheita, é encaminhada para usinas e submetida a três moendas, onde o produto da primeira produz o açúcar, e o da segunda e terceira moagem são direcionados para a produção de álcool combustível, como mostra Matos *et al.,* (2021).

Figura 2 - Etapas de processamento e obtenção dos subprodutos da cana-de-açúcar.



Fonte: Adaptado de Matos *et al*. (2021).

O bagaço, gerado com esse processo, pode ser usado como combustível que produz vapor para a geração de eletricidade, constituindo-se como insumo para um processo de cogeração de energia. De acordo com Matos *et al.*, (2021), durante a queima do bagaço da cana-de açúcar, são geradas cinzas residuais compostas por grandes quantidades de SiO_2, além de outros óxidos, como Fe_2O_3 , Al_2O_3 e CaO. Esses componentes podem alterar as propriedades da cinza de acordo com as condições de queima, umidade ou impurezas presentes no bagaço (Sales; Lima 2010). Além disso, no processo de queima do bagaço da cana-de-açúcar em altas temperaturas, há a combustão dos compostos orgânicos presentes em sua estrutura para a produção de calor. As reações de combustão ocorrem rapidamente com a produção de chamas, por isso são chamadas de reações violentas e é o que caracteriza a formação da cinza do bagaço da cana (CBC). Este tipo de reação envolve a presença de oxigênio gasoso (O_2), comburente, substância capaz de queimar e sustentar a combustão. Dessa forma, a combustão é a reação química em que um combustível (material oxidável) reage com um comburente — um material gasoso que contenha o gás oxigênio (O_2), como exemplo tem-se o ar. Essa reação é sempre exotérmica, ou seja, libera energia na forma de calor, justificando assim a produção de chamas no processo de queima do bagaço da cana.

Portanto, como consequência do processo que resulta na geração de energia em usinas sucroalcooleiras, os componentes orgânicos do bagaço, como celulose, hemicelulose e lignina,

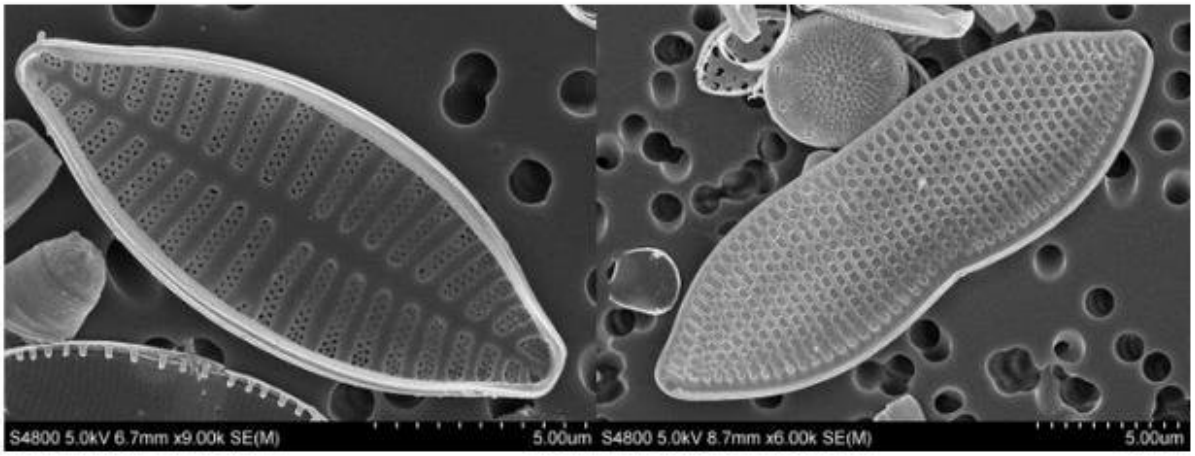
são queimados, restando como produto da combustão a cinza, que é rica em compostos inorgânicos, incluindo a sílica (Oliveira *et al*., 2010).

É importante ressaltar que a combustão envolvida na queima do bagaço da cana-de-açúcar é um processo complexo que envolve uma série de reações secundárias e pode gerar diferentes subprodutos, dependendo das condições de solo e de queima, podendo interferir na composição específica da cinza. Um desses subprodutos gerados consiste no SiO_2. Fernandes Filho (2012) aponta que a sílica é o composto predominante na composição da cinza residual do bagaço da cana-de-açúcar, podendo apresentar diferentes fases estruturais (cristalina ou amorfa), a depender das suas condições de queima. Segundo estudos apresentados por Matos *et al*., (2021), quando o bagaço é submetido a temperaturas >800°C e longos períodos de queima, tem-se um teor de sílica entre 88,2 % a 96,2% em massa e na fase cristalina, com características ideais para ser usado como agregado fino (areia). Todavia, ao serem submetidas a temperaturas um pouco mais baixas, entre 500°C e 600°C, tendem a se apresentar com estrutura amorfa, ideais para serem usadas em substituição ao próprio cimento e podem ser utilizadas na confecção de tijolos solo-cimento.

Figura 3 - Sílica em estrutura cristalina.

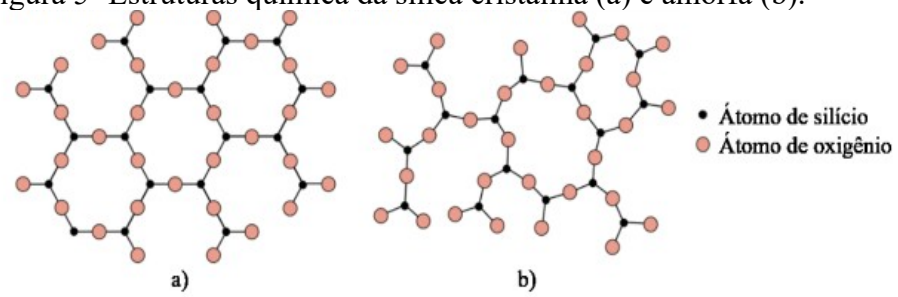
Autor: Adaptado de Gomes; Furtado e Souza (2018).

Figura 4 - Estrutura microscópica da sílica amorfa.



Fonte: Gomes; Furtado e Souza (2018).

Figura 5- Estruturas química da sílica cristalina (a) e amorfa (b).



Fonte: Callister (2001).

A sílica amorfa é um aditivo mineral que pode ser usado na produção de tijolos em decorrência de sua pozolanicidade que lhe confere características aglomerantes quando usadas em substituição parcial da mistura cimentícia (Cordeiro *et al*., 2008). Tal material, quando agregado parcialmente nos teores de 5, 10, 15 e 20% em substituição ao cimento nos compósitos cimentícios, não apresenta perda no produto, mas sim um aumento em sua resistência mecânica, sendo responsável pelo aumento de até 36% na resistência à compressão de concretos (Amaral; Medeiros, 2020).

Dessa forma, a produção de tijolo a partir da CBC, por exemplo, envolve o uso de aditivos minerais presentes na cinza, como o SiO_2, que pode melhorar certas propriedades dos tijolos, como resistência, durabilidade e características térmicas (Paya *et al*., 2002; Paula, 2006). A sílica presente na cinza do bagaço da cana de açúcar (CBCA) é misturada ao cimento portland, sendo este último produzido a partir de mistura, calcinação e moagem de materiais calcários e argilosos em certas proporções. A sílica amorfa reage com os demais componentes presentes na mistura durante a confecção de tijolos, contribuindo para a formação de compostos com propriedades desejadas e melhorando a qualidade do produto final. É importante ressaltar

que a proporção específica do aditivo pode variar de acordo com o processo de fabricação e as características desejadas para os tijolos finais.

5 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho se deu no âmbito das disciplinas de dois Projetos Integradores, PI5 e PI6, os quais estavam presentes na matriz curricular 2009 do curso de química licenciatura da Universidade Federal de Alagoas - Campus Arapiraca.

A estratégia utilizada para o uso da metodologia de estudo de caso explorou a colaboração entre os estudantes (grupos de três integrantes) em relação a construção de uma solução para o caso que pudesse ser submetida na forma escrita a um evento científico.

Para a resolução do CASO escolhido "Sobrou para o Alfredo o bagaço da Cana", acessado no site *www.gpeqsc.com.br* do Grupo de Pesquisas em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC), foi realizada uma revisão da literatura por meio de uma pesquisa bibliográfica, desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído de livros e artigos científicos. Desse modo, uma média de 100 artigos científicos foram acessados através de pesquisas qualitativas realizadas em diversas bases de dados, como: Scielo, Periódicos da CAPES e Google Acadêmico por meio dos métodos de pesquisas científicas e a utilização de palavras chaves como: Biomassa da cana, reutilização do bagaço de cana; reaproveitamento da CBC; bagaço de cana; tijolo ecológico; CBC na construção civil, além de alguns termos em inglês, como: *CBC reused; Sugarcane bagasse; sustainable construction*, dentre outros. Para a seleção das fontes, foram consideradas como critério de inclusão as bibliografias que trabalhavam o tema de interesse, a filtragem dos textos e arquivos acessados foi realizada por meio de operadores booleanos como "AND" para a inclusão de termos e palavras-chave desejadas e "NOT" para exclusão dos termos e palavras chaves indesejadas como, economia agrícola, botânica ornamental, agricultura convencional ou palavras que não representavam significância para a temática central que se buscava obter. Contudo, foi lido o resumo de todos os achados e excluído aqueles que não se observava a temática desejada, restando somente 10 trabalhos para serem usados na construção da proposta central de resolução do nosso caso. Para a adequação do material consultado, é importante frisar que, quinzenalmente, eram realizados encontros com a docente responsável pela disciplina, com o intuito de estabelecer caminhos relacionados à investigação da proposta.

Para tanto, após o desenvolvimento de uma proposta científica viável para a resolução do problema descrito na narrativa do caso, foram elaborados slides para apresentação da resolução do caso em sala e um manuscrito a respeito da proposta do grupo sobre a resolução do caso; e ao fim da disciplina de PI5 foi possível, através de videoconferência (plataforma Google meeting), desenvolver uma discussão junto aos colegas e docente a respeito da

problemática sobre a possível solução para o problema. No PI6 foram coletados todos os dados obtidos no PI5 a respeito das pesquisas e levantamento bibliográfico, somados às discussões em aula para a construção de um artigo científico intitulado “A utilização do método de estudo de caso para a aquisição de conhecimento em química dos materiais e produção de tijolo ecológico”.

6 ANÁLISE E DISCUSSÕES

6.1 ESTRATÉGIAS PARA A RESOLUÇÃO DO CASO

Para a construção da proposta de resolução do caso, foram selecionados 10 artigos acessados nas bases de dados como Scielo, Periódicos da CAPES e Google Acadêmico, os quais podem ser encontrados na tabela abaixo.

Quadro 1- Trabalhos usados para construção de resolução do caso

Título do Trabalho/ Artigo	Autor	Ano	Evento/ Periódico
Caracterização de cinza do bagaço de cana-de-açúcar para emprego como pozolana em materiais cimentícios.	CORDEIRO, G. C.; TOLEDO FILHO R. D.; FAIRBAIRN, E. M. R	2009	Revista Química Nova
Ultrafine sugar cane bagasse ash: high potential Pozzolana material for tropical countries.	CORDEIRO, G. C.; TOLEDO FILHO, R. D.; FAIRBAIRN, E. M. R.	2010	Revista Ibracom de estruturas e materiais
A geração termoelétrica com a queima do bagaço de cana-de-açúcar no Brasil.	SAFRA, A. D. D.	2011	CONAB
Concreto auto-adensável com cinzas de bagaço de cana como finos: reologia do concreto fresco e comportamento no estado endurecido.	ALCANTARA, M. M.; SANTOS, B. V.A.	2012	Revista Eletrônica de Engenharia Civil
Recycling of sugarcane bagasse ash waste in the production of clay bricks.	FARIA, K. C. P.; GURGEL, R. F.; HOLANDA, J. N. F.	2012	Journal of environmental management
Avaliação da atividade pozolânica da cinza do bagaço de cana-de-açúcar utilizando métodos físicos.	VASCONCELOS, M. C. A.	2013	Dissertação de mestrado
Utilização do método de condutividade elétrica para análise da pozolanicidade da cinza do bagaço da cana-de-açúcar.	SILVA, E. J.	2016	Dissertação de mestrado
Manufacturing of sustainable clay bricks: Utilization of waste sugarcane bagasse and rice husk ashes.	KAZMI, S. M. S. *et al.*	2016	Construction and Building Materials
Improvement of mechanical behavior of cemented soil reinforced with waste cornsilk fibers.	TRAN, K. Q.; SATOMI, T; TAKAHASHI, H.	2018	Construction and Building Materials

Gestão dos resíduos pós co-lheita da cana- de-açúcar no cerrado: uso da palhada ver-sus contribuição econômica.	OLIVEIRA, M. H. R. *et al.*	2020	Brazilian Journal of Development

Fonte: Silva e Cardoso (2021).

Considerando que a solução do Caso: "Sobrou para o Alfredo o bagaço da Cana" pela equipe deveria se passar por encontrarmos uma ou mais alternativas para o aproveitamento de um resíduo, uma vez que o caso trata de uma narrativa de cunho realista, principalmente no estado de Alagoas a qual é uma região onde há grande plantação de cana de açúcar e a presença de indústria sucroalcooleira para produção de açúcar e álcool. A cultura canavieira em Alagoas remonta desde seu povoamento e sua história econômica foi baseada, principalmente, na cana de açúcar (Anjos; Rosário, 2012). De acordo com dados fornecidos por Cherubin (2023), há a perspectiva de uma produção de 21 milhões de toneladas de cana de açúcar para a safra de 2023-2024, aumento esse que fica na margem de 5% comparada ao ano anterior, e isso possibilita uma produção considerável de bagaço, material importante desse setor, além da geração de empregos na região.

Ao analisar o caso, foi possível inferir ainda uma infinidade de interpretações e questionamentos, a exemplo: Porque o bagaço está sendo descartado no quintal do seu Alfredo ao invés de ser utilizado de modo cíclico para a coogeração de energia para o funcionamento da própria indústria?, usam outra fonte de energia (petróleo, carvão etc)?, quais implicações ambientais e econômicas o uso de outra fonte energética pode causar?, quando usam o bagaço para gerar energia, o que fazem com a cinza produzida a partir desse processo subsequente?. Questionamentos semelhantes a estes se fizeram necessário para construir a proposta de resolução do problema enfrentado pelo personagem.

Sabemos que existem hoje duas maneiras de se obter energia no mundo, usando fontes não renováveis e fontes renováveis. Usar fontes de energias não renováveis como petróleo e carvão para produção de energia é extremamente prejudicial ao ambiente, além de requererem atualmente elevado custo econômico, visto que as jazidas fósseis desse tipo de matéria encontra-se em crise, e passam milhares de anos para se recomporem no ambiente. De acordo com Baird e Cann (2011), um dos principais problemas ambientais propagado com a queima de combustíveis fósseis é que sua utilização acentua-se como agravo para a poluição atmosférica causada pelas grandes emissões de gases como os óxidos de enxofre e nitrogênio e dos gases estufa, como o dióxido de carbono e o metano. Assim, é importante buscar novas possibilidades para substituir estas fontes poluentes e limitadas por combustíveis mais limpos

e renováveis.

Assim, ao considerar o bagaço da cana como possibilidade energética para resolver o problema do caso, sendo este produzido a partir da moagem da cana de açúcar, foi necessário levar em consideração que a cultura da cana-de-açúcar representa uma das principais atividades agrícolas e que no Brasil a área plantada é de aproximadamente oito milhões de hectares (Mapa, 2011), sendo que, em média, 95% de todo o bagaço produzido no país são queimados em caldeiras para geração de vapor e energia para as próprias usinas uma vez que há um considerável ganho económico e ambiental. Contudo, gera, como resíduo desse processo de reaproveitamento do bagaço, a cinza do bagaço CBC, um pó, que é constituído basicamente de sílica (SiO_2) e, como não possui nutrientes específicos, pode se tornar um problema para o ambiente.

Vale lembrar que, como comentado anteriormente, o bagaço de cana-de-açúcar é composto principalmente por matéria orgânica tais como a celulose, hemicelulose e lignina, já a sílica e demais óxidos presentes na CBC são inorgânicos. Desse modo, entende-se que a conversão do bagaço de cana-de-açúcar (material orgânico) na CBC (material inorgânico) tende a se processar a partir de complexas reações, incluindo a combustão, que podem envolver mais de uma etapa, além de requerer processos industriais. Além de tudo, Vieira (2020) afirma que as sílicas podem ser produzidas em organismos vivos, tais como nos animais e plantas. Em plantas, ela é adquirida a partir da absorção de silício presentes no solo em forma de ácido monossilícico e polisilício pelas raízes da cana, sendo conduzida para as suas estruturas no processo de crescimento.

Segundo Oliveira (2016), a queima da biomassa (bagaço da cana) ocorre em três estágios: ignição, combustão com chama e combustão com ausência de chama. Durante a combustão, a partir do segundo estágio, a queima ocorre com maior eficiência e a matéria orgânica presente no bagaço é decomposta em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). Abaixo, podemos visualizar a reação simplificada deste processo:

$$\mathbf{C_6H_{12}O_6\ (glicose) + 6O_2\ (oxigênio) \rightarrow 6CO_2\ (dióxido\ de\ carbono) + 6H_2O\ (água)}$$

Equação Reação simplificada da combustão do bagaço.

Como resultado da combustão, a matéria orgânica é liberada em forma de CO_2 e H_2O, enquanto os elementos minerais e sais presentes no bagaço são concentrados na forma de cinza. Deve-se observar que a cinza é rica em compostos inorgânicos, em especial a sílica amorfa que representa 60,96% do composto, logo a cinza não contém ligações carbono-hidrogênio (C-H)

típicas dos compostos orgânicos. Mas o que fazer com esse novo submaterial?

Mediante análise da literatura, no contexto de reaproveitamento, observamos que a utilização de cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBC) como material suplementar na indústria de construção civil não é algo distante, a exemplo disso é que o cimento Portland já faz uso da pozolana, material predominante na CBC, em sua composição. Medeiros e Oliveira (2021) afirmam que o cimento Portland possui em sua composição grande quantidade de pozolana advindos de agregados finos, e que pode variar entre 15 e 50 % de sua composição. Por material pozolânico compreendemos os materiais que em sua composição possuem substâncias silicosas ou sílico aluminosas que, por si só, possuem pouca ou nenhuma atividade aglomerante, porém quando estão finamente divididos, e na presença de água, tendem a reagir com o hidróxido de cálcio formando compostos com propriedades aglomerantes de origem natural ou artificial que contém sílica em forma reativa (DIAS; VIEIRA; PEDROTI, 2013). Massazza (1998) afirma que o uso das pozolanas não é uma descoberta recente, pois registros históricos de construções antigas mostram que a pozolana misturada com água e cal era usada pelos romanos para uso em seus monumentos e alguns destes continuam intactos até os dias atuais, demonstrando a resistência do material usado (Velosa, 2006).

Para tanto, buscou-se analisar as semelhanças químicas existentes na composição da CBC e do cimento portland para melhor entender a possibilidade de substituição de parte de um material pelo outro.

Quadro 2- composição da CBC

Composto químico	Composição (%)
SiO_2	83,707
Fe_2O_3	6,537
K_2O	6,146
CaO	1,183
TiO_2	1,162
SO_3	0,682
ZrO_2	0,303
Cr_2O_3	0,094
MnO	0,081
Sc_2O_3	0,040
ZnO	0,037
V_2O_5	0,029

Fonte: Paula *et al.* (2009, p.3)

Quadro 3 - Composição do cimento Portland

Composto	Teor (% em massa)
SiO_2	20,85
Al_2O_3	4,23
Fe_2O_3	5,25
CaO	63,49
Na_2O	0,16
K_2O	0,40
SO_3	2,38

Fonte: Cordeiro;Toledo Filho; Fairbaim (2009).

Como pode ser visto através das duas tabelas apresentadas por Paula *et al.,* (2009) e Cordeiro; Toledo Filho; Fairbaim (2009), a CBC possui composição química semelhante à do cimento Portland. O cimento possui a cal ou óxido de cálcio que é obtida a partir da

calcinação do calcário e a sílica gel ou dióxido de silício oriundo da adição de Escória (fonte de pozolana). Para confecção da argamassa, que é um produto aglomerante, é necessário que estes materiais sejam submetidos à presença de água (H_2O), promovendo a hidratação do cimento e ação pozolânica através da reação a seguir.

$$\mathbf{xSiO_2 + yCaO + zH_2O \rightarrow xCaO.ySiO_2\ .zH_2O + \text{hidróxido de calcio}}$$

Equação Reação pozolânica do cimento sem adção de CBC.

Como podemos observar na equação 2, o cimento é composto principalmente por óxidos de silício e cálcio que, quando hidratados, produzem silicatos de cálcio hidratados (Ca-Si-H), responsáveis pela resistência do concreto, e como subproduto o hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$), que não possui características cimentícias. Quando ocorre adição mineral da pozolana presentes na CBC, a mesma tende a reagir instantaneamente com $Ca(OH)_2$, formado na reação anterior de hidratação do cimento, para produzir compostos estáveis com características aglomerantes, tais como os Ca-Si-H. Dessa forma, como consequência dessas reações, é obtida uma produção extra de silicatos de cálcio hidratados que são produtos mais estáveis do que o cimento hidratado apenas. Ou seja, o interesse em usar a CBC como aditivo mineral consiste na capacidade adicional de formação de ligações do tipo Ca-Si-H (Cordeiro *et al*., 2008).

$$\mathbf{CBC + Ca(OH)_2 + H_2O \rightarrow \text{(produto aglomerante)}}$$

Equação da Produção de argamassa ou tijolo a partir da cinza do bagaço da cana.

Assim esse material pode ser usado tanto na produção de argamassa quanto de tijolo solo-cimento.

Sabendo que a CBC possui alguns dos componentes importantes presentes no cimento, isso possibilita que esta seja usada, em determinada porcentagem (em média de até 20%), como substituto ao cimento, sem que haja perdas de qualidade ao material (Cordeiro *et al*., 2008). Além disso, sugere que o material pozolânico presentes na CBC favorece nos processos reacionais para a obtenção de tijolos.

De modo suplementar, as cinzas do bagaço da cana mostraram-se eficientes na redução das emissões de gás carbônico, uma vez que, de acordo com Junior e Miranda (2013), o sistema de cogeração de energia elétrica a partir da combustão do bagaço da cana é praticamente neutro em emissão de gases do efeito estufa, se comparada à geração de energia em termelétricas movidas por combustíveis fósseis, altamente emissoras. Outra vantagem é que o uso das cinzas do bagaço da cana é benéfico no que diz respeito a preservação das

jazidas naturais de calcário. Além disso, podem minimizar os custos dos materiais de construção convencionais diminuindo a demanda de energia necessária para a sua produção. Com vistas a essas preocupações econômicas e ambientais, hoje se tem cada vez mais interesse em pesquisas que envolvam materiais de construção alternativos, tais como os tijolos de solo-cimento, com o objetivo da implementação de técnicas de construção mais sustentáveis (Danso *et al*., 2015). Adicionalmente, Farias, Gurgel e Holanda (2012) investigaram a CBC como enchimento em tijolos de argila o que resultou em uma construção mais sustentável e econômica. Diante disso, a CBC, ao se mostrar eficiente a proposta de tal utilização traz à tona um fator importante: o uso de materiais alternativos na indústria, não só com fins econômicos, como também na redução dos impactos ecológicos.

Levando-se em consideração o potencial de aproveitamento do bagaço da cana de açúcar e da CBC, nossa equipe propôs resolver o problema apresentado no caso a partir da produção de energia baseando-se na queima do bagaço da cana e a produção de argamassa cimentícia ou tijolos ecológicos a partir das cinzas do bagaço da cana. Contudo, é importante ressaltar que, apesar da escolha abordada para solução do caso nos parecer mais acessível e vantajosa, existem outras possibilidades de reaproveitamento para estes materiais tais como uso do bagaço como adubo orgânico, produção de papel como afirmado por Nascimento (2019 p. 11) ou as cinzas, que por outro lado, podem ser usadas como fertilizantes ou biofertilizantes em plantas, visto que as cinzas são fonte de macro e micronutrientes, como o potássio além de possuir alta capacidade de atenuar a acidez do solo (Brunelli; Pisani Júnior, 2006).

Portanto, foi identificado que a alternativa encontrada agrega valor ao resíduo descartado, aproveita quantidade considerável do resíduo, além de produzir solução sustentável para o problema ambiental do descarte irregular do bagaço da cana. Além disso, os tijolos ecológicos podem ser apresentados no mercado como uma opção atraente para futuras construções, uma vez que tendem a apresentar menor custo de produção devido a sua matéria prima, a CBC, ser abundante e ambientalmente amigáveis, visto que, em seu processo de fabricação, não se emprega a queima e a liberação de altos níveis de poluentes (Rodrigues; Holanda, 2015).

6.2 IMPRESSÕES ACERCA DO MÉTODO DE ESTUDO DE CASO

O uso da problematização na narrativa do caso se mostrou favorável à percepção da discente nas disciplinas de projetos integradores no que diz respeito a presença da química na

vida cotidiana, uma vez que a cana de açúcar, o bagaço ou a CBC são expressões presentes ante a realidade alagoana e que podem ser usados como temas geradores para vários objetos de estudo e produção de conhecimento no ensino da química. Dessa forma, através das discussões levantadas dentro e fora da sala de aula no decorrer das disciplinas de projetos integradores 5 e 6, foi possível revisar e ressignificar conceitos da química tais como os de reatividade química, combustão, biocombustíveis, combustíveis fósseis e outros, além de breve reflexão acerca da geração de energia a partir de recursos renováveis .

Diante da resolução do caso “sobrou para o Alfredo o bagaço da cana” e a partir das atividades desenvolvidas ao longo de sua resolução, já citadas na metodlogia, também foi possível avaliar o nível de desempenho e as variadas formas de contribuição da proposta para o desenvolvimento de habilidades essenciais à formação profissional na área da docência nos alunos da disciplina dos projetos integradores. O uso da metodologia do EC se mostrou eficiente ao possibilitar o incremento de algumas habilidades necessárias ao futuro professor de química à saber: a comunicação verbal a partir da apresentação de seminário; o aprimoramento da escrita acadêmica ao possibilitar a escrita de um artigo científico; também contribuiu na capacitação para mediação de ideias e conflitos ao proporcionar trabalhar em grupo, além de auxiliar na busca por informações confiáveis em bases de dados de reconhecimento científico e formação baseando-se nos preceitos da BNCC. Tais habilidades puderam ser confirmadas e validadas a partir da escrita e submissão à avaliação externa de um resumo expandido submetido e aceito para ser apresentado no Congresso Nacional de Educação (CONEDU), na edição de 2021, o qual obteve-se certificado de apresentação que pode ser visualizado em anexo (ANEXO I), além de convites para publicação em revistas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os argumentos apresentados, foi possível perceber a relevância em conhecer e utilizar diferentes metodologias para promover o desenvolvimento da aprendizagem em química. Destaca-se, a partir das discussões apresentadas, que o estudo de casos (EC) emerge como uma estratégia metodológica alinhada às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao enfatizar o uso de temas interdisciplinares e o desenvolvimento de autonomia durante as atividades, pois demonstra a necessidade de pesquisa e reflexão para a obtenção de resultados satisfatórios.

A partir das pesquisas realizadas durante a resolução do caso, nos foi dada a possibilidade de compreender melhor sobre a cana de açúcar, importante biomassa cultivada em nossa região, bem como os problemas que são acarretados a partir do descarte irregular de seus subprodutos. Com isso, depois de muita reflexão, sugerimos como melhor ação para a resolução do problema a utilização do bagaço da cana para produção de energia, ação esta que pode ser de grande valia para a diminuição da emissão de gases tóxicos no ambiente, bem como usar as cinzas desse bagaço para produção de argamassa cimentícia e tijolo ecológico, podendo assim auxiliar na preservação de jazidas minerais e no desenvolvimento sustentável e econômico do país, além de agregar valor ao resíduo em escala contínua. Além disso, a resolução do caso "sobrou para o Alfredo o bagaço da cana" mostrou na prática as potencialidades que a metodologia possui com relação a amplitude de conteúdos abordados para o entendimento do caso, de modo que como visto, diversos conteúdos como reações, propriedades, reatividade química entre outros precisaram ser compreendidos e discutidos para a obtenção de uma proposta adequada de resolução. Assim como a criação de um paralelo com a realidade observada no caso, mostrou como essa abordagem de resolução de problemas do mundo real pode ser um veículo poderoso para o aprendizado em química.

Contudo, ao fazer uma análise pedagógica sobre a execução deste projeto em específico, foi possível perceber que tal atividade aprimorou competências em diferentes domínios formativos do aluno. Ao abordar a obtenção da cana de açúcar até a queima do seu bagaço e a formação de cinza para produção sustentável de tijolos, o projeto estabelece e discute diferentes conceitos da química inorgânica e orgânica, contribuindo para uma compreensão ampla e integrada voltada para interdisciplinaridade. Isso não apenas enriquece a compreensão dos conceitos químicos, mas fortalece as habilidades associativas de diferentes saberes, além de desenvolver habilidades de pesquisa científica e conduta de apresentação de ideias claras, qualidades fundamentais a estudantes e professores de ensino básico ou

superior.

Portanto, evidenciado a eficácia no uso do EC como recurso pedagógico e a relevância deste trabalho, é importante que ações em prol do incentivo ao desenvolvimento de pesquisas e publicações científicas relacionadas ao EC e demais metodologias ativas de ensino sejam colocados em discussão, principalmente na universidade, pois como foi visto, há uma carência por material de orientação que possa somar para modificações positivas na educação.

REFERÊNCIAS

AIRBAIRN, E. M. R. *et al*. Cement replacement by sugar cane bagasse ash: CO2 emissions reduction and potential for carbon credits. **Journal of Environmental Management**, v. 91, p. 1864-1871, 2010. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84919/1/Fontes-de-crecimento-da-producao-de-cana-de-acucar.pdf. Acesso em: 16 maio 2023

ALMEIDA, I. B.; LIMA, M. A. A.; SOUZA, L. G. M. Desenvolvimento de secador solar construído a partir de material reciclável. **Holos**, v. 4, p. 197-205, 2016. Disponível em: https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2477. Acesso em: 08 abr. 2023.

ALVES, F. **Gamification:** como criar experiências de aprendizagem engajadoras. 1. ed. São Paulo: DVS editora, 2014.

AMARAL, M.; MACIOSKI, G.; MEDEIROS, M. H. F. Atividade pozolânica da sílica ativa: análise em pastas cimentícias com diferentes teores de substituição. **Revista Matéria**, Curitiba, PR, v. 26, n. 03, p. 1-17, nov. 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rmat/a/pYzgrzpc5RmCT6cX65B59nD/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 22 maio 2023.

ANJOS, K. P.; ROSÁRIO, F. J. P.. Fontes de crescimento da produção de cana-de-açúcar e a proposição de política setorial: o caso alagoano. **Revista de Política Agrícola**, Brasilia, DF, v. 21, n. 4, p. 120-130, set. 2012.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química ambiental**. 4. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2011. 844p.

BASTOS, C. C. Metodologias Ativas. *In*: BASTOS, C. C. **Blog Educação & Medicina.** Goiânia, GO, 24 fev. 2006. Disponível em: http://educacaoemedicina.blogspot.com.br/2006/02/metodologias-ativas.html Acesso em: 16 maio 2023.

BIZZO, W. A. *et al.,* The generation of residual biomass during the production of bio-ethanol from sugarcane, its characterization and its use in energy production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Elsevier, v. 29, p. 589–603, 2014. ISSN 13640321. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.056. Acesso em: 19 maio 2023.

BORGES, T. S.; ALENCAR, G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em Revista,** n. 04, v. 4, p. 1 19-143, jul./ago. 2014. Disponível em:https://ufsj.edu.br/portal2repositorio/File/napecco/Metodologias/Metodologias%20Ativas%20na%20Promocao%20da%20Formacao.pdf. Acesso em: 16 maio 2023.

BRESSAN; F. Â. **A geração termoelétrica com a queima do bagaço de cana-de-açúcar no Brasil**: análise do desempenho da safra 2009-2010. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Pecuária, 2011. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos-termoeletrica-com-a-queima-do-bagaco-de-cana-de-acucar/termoeletrica-com-a-queima-do-bagaco-de-cana-de-acucar-no-brasil-safra-

2009-2010.pdf. Acesso em: 16 maio 2023.

BRUNELLI, A. M. M. do P.; PISANI JÚNIOR, R. Proposta de disposição de resíduo gerado a partir da queima do bagaço de cana em caldeiras como fonte de nutriente e corretivo do solo. *In*: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 30., 2006, Punta del Leste. **Anais** [...]. Punta del Leste: Associación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2006. v. 1. p. 1-9.

CARVALHO, E. J. G. Educação e diversidade cultural. *In*: CARVALHO, E. J. G.; FAUSTINO, R. C. (org.). **Educação e diversidade cultural**. Maringá, PR: Eduem, 2010. p. 17-54.

CALLISTER, W. D. **Fundamentals of materials science and engineering**. 5th. ed. New York:John Wiley & Sons, 2001. 952p.

CHERUBIN, N. Produção de etanol cresce 10% na safra 2023/2024. **RPA News:** Cana & Indústrias, Ribeirão Preto, SP, 27 out. 2023. Disponível em:https://revistarpanews.com.br/producao-de-etanol-cresceu-10-na-safra-2023-24/. Acesso em: 07 fev. 2024

CORDEIRO, G. C. *et al.* Pozzolanic activity and filler effect of sugar cane bagasse ash in Portland cement and lime mortars. **Cement & Concrete Composites**, v. 30, p. 410-418, 2008. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958946508000036. Acesso em: 12 abr. 2023.

CORDEIRO, C. C.; TOLEDO FILHO, R. D.; FAIRBAIRN, E. de M. R. Caracterização de cinza do bagaço de cana-de-açúcar para emprego como pozolana em materiais cimentícios. **Química Nova**, v. 32, n.1, p. 82-86, 2009.

COSTA, D. D. S. da; MALHEIRO , J. M. da S. ; SILVA, M. L. da . Distance Learning and continuing education: an analysis of the Improvement Course in Environmental Education in the city of Moju-PA. **Research, Society and Development**, [s. *l.*], v. 11, n. 11, p. e110111132642, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.32642. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/32642. Acesso em: 1 mar. 2024.

DANSO, H. *et al.* Physical, mechanical and durability properties of soil building blocks reinforced with natural fibres. **Construction and Building Materials**, v. 101, p. 797-809, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283580201_Physical_mechanical_and_durability_properties_of_soil_building_blocks_reinforced_with_natural_fibres . Acesso em: 12 abr. 2023.

DIAS, Mateus de Souza Furriel; VIEIRA, Carlos Maurício Fontes; PEDROTI, Leonardo Gonçalves. Análise de elementos pozolânicos para matrizes cimentícias. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 57., 2013, Rio Grande do Norte. **Anais[...].** Natal, RN: UENFDR, 2013. p. 2105-2114. Disponível em: https://abceram.org.br/wp-content/uploads/area_associado/57/PDF/06-024.pdf . Acesso: 11 nov. 2023.

DUARTE, N. O debate contemporâneo das teorias pedagógicas. *In*: MARTINS, L. M.; DUARTE, N. (org.). **Formação de professores**: limites contemporâneos e alternativas necessárias. São Paulo: Editora UNESP: Cultura Acadêmica, 2010. p. 33-49. Disponível em: https://books.scielo.org/id/ysnm8/pdf/martins-9788579831034-03.pdf. Acesso em: 08 abr. 2023.

FARIA, K. C. P.; GURGEL, R. F.; HOLANDA, J. N. F. Recycling of sugarcane bagasse ash waste in the production of clay bricks**. Journal of Environmental Management**, v. 101, p. 7-12, 2012. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479712000692. Acesso em 25 Ab.2023

FEAGIN, J. R.; ORUM, A. M.; SJOBERG, G. (ed.). **A case for the case study**. Chapel Hill, NC: UNC Press Books, 1991.

FERNANDES FILHO, Primo. **Utilização da cinza residual do bagaço de cana-de-açúcar na produção de materiais cimentícios alcalinamente ativados**. 2012. 208. f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13980/1/Arquivototal.pdf. Acesso em: 16 jun. 2023.

FERREIRA, J. L.; CARPIM, L.; BEHRENS, M. A. O professor universitário construindo conhecimentos inovadores para uma prática complexa, colaborativa e dialógica. **Revista Diálogo Educacional**, v. 13, n. 38, p. 69- 84, 2013. Disponível em: http: //educa.fcc.org.br/pdf/de/v13n38/v13n38a04.pdf. Acesso em: 25 abr. 2023.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FREITAS, L.; FREITAS, C. **Aprendizagem cooperativa**. Porto, PO: Edições Asa, 2003.

FRISON, L. M. B. Monitoria: uma modalidade de ensino que potencializa a aprendizagem colaborativa e autorregulada. **Pró-Posições,** v. 27, n.1, p.133-153, jan./abr. 2016. Disponível em:https://www.scielo.br/j/pp/a/WsS9BVxr8VXR796zcdDNcmM/abstract/?lang=pt. Acesso em: 25 abr. 2023.

GALIAZZI, M. C. *et al.,* Uma sugestão de atividade experimental: a velha vela em questão. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 21, p. 25 - 29, 2005. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a05.pdf. Acesso em: 24 jun. 2023.

GALLO, S. *et al*. As múltiplas dimensões do aprender. *In:* CONGRESSO DE EDUCAÇÃO BÁSICA: APRENDIZAGEM E CURRÍCULO, 2012, Florianópolis, SC. **Anais** [...]. Florianopólis, SC: UFSC, 2012. p. 1-10. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/13_02_2012_10.54.50.a0ac3b8a140676ef8ae0dbf32e662762.pdf. Acesso em: 24 jun. 2023.

GOMES, L. S; SOUZA, M. C; FURTADO, A. C. R. A sílica e suas particularidades. **Revista Virtual de Quimica,** [*s. l*], v. 4, n. 10, p. 1018-1038, 17 ago. 2018. Disponível em: https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v10n4a19.pdf.

Acesso em: 24 jun. 2023.

GRAHAM, A. **Como escrever e usar estudos de caso para ensino e aprendizagem no setor público**. Brasília, DF: ENAP, 2010. (ENAP. Estudos de Caso). Disponivel em: https:// repositorio. enap.gov.br/bitstream/1/515/1/estudos_de_caso.pdf. Acesso em: 25 jul. 2023.

JACOME, D. L. F. **Avaliação das características físico-químicas das cinzas de bagaço e palha de cana-de-açúcar**. 2018. 176 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2018. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalhe/1081625. Acesso em: 15 nov. 2023.

MASSAZZA, F. Pozzolana and pozzolanic cements. *In*: HEWLETT, Peter C. (ed.). **Lea´s Chemistry of cement and concrete.** 4th ed. New York: J. Wiley, 1998. p. 471-631, 1998. Disponível em: https://researchgate.net/publication/279608460_Pozzolana_and_Pozzolanic_Cements. Acesso em: 15 nov. 2023.

MATOS, W. E. C. *et al.* Utilização de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar como material de preenchimento estrutural ou pozolânico para a produção de argamassas cimentícias: uma revisão. **Matéria** (Rio de Janeiro), v. 26, n. 4, p. e13122, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rmat/a/rnq3v8xGmfkb3JBS7S4Dq7L/ Acesso em: 15 nov. 2023.

MCKENDRY, P. Energy production from biomass (part 1): Overview of biomass. **Biosource Technology**, v. 83, p. 37–46, july 2001. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852401001183. Acesso em: 15 nov. 2023.

MEDEIROS, A. V; OLIVEIRA, M. P. **Mapeamento do perfil de fratura de pastas cimentícias por processamento digital de imagens**. 2021. 10 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/8cfb42e0-4524-4e38-bddc-1c0753c742d9/content. Acesso em: 08 fev. 2024.

NASCIMENTO, F. G. **Produção de papel de bagaço de cana empregando um método mais sustentável**. 2019. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Tecnologia em Produção Sucroalcooleira) - Departamento de Tecnologia Sucroalcooleira, Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB 2019. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/16106/1/FGN23102019.pdf. Acesso em: 13 mar. 2024.

OLIVEIRA, C. A. P. **Estudo de pré-tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com ácido acético em sistema pressurizado**. 2016. Dissertação (Mestrado em Bioconbustíveis) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2016. Disponível em: http://repositorio. .ufu.br/handle/123456789/18161. Acesso em: 08 fev. 2024.

PAULA, M. O. *et al*., Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland. **Revista brasileira de engenharia agrícola e**

ambiental, v. 13, p. 353-357, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/34KLycZYPyhR3qSYgyqJcDy/. Acesso em: 08 fev. 2024.

PAYA, J. *et al*., Sugar-cane bagasse ash (SCBA): studies on its properties for reusing in concrete production. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, v. 77, p. 321-325, 2002. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jctb.549. Acesso em: 08 fev. 2024.

RAMOS, M. N. A educação profissional pela pedagogia das competências: para além da superfície dos documentos oficiais. **Educação & Sociedade**, Campinas, SP, v. 23, n. 80, p. 405-427, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/26357176_A_educacao_profissional_pela_Pedagogia_das_Competencias_para_alem_da_superficie_dos_documentos_oficiais. Acesso em: 08 jul. 2024.

ROCHA, J. C. Estudo de caso como método de pesquisa aplicado a diferentes áreas do conhecimento: educação, direito, administração, economia, medicina, serviço social, psicologia, sociologia e antropologia. **Revista Gestão Universitária**, São Paulo, 19 maio 2016. Disponível em: http://gestaouniversitaria.com.br/artigos/estudo-de-caso-como-metodo-de-pesquisa-aplicado-a-diferentes-areas-do-conhecimento-educacao-direito-administracao-economia-medicina-servico-social-psicologia-sociologia-e-antropologia. Acesso em: 08 jul. 2024.

RODRIGUES, L. P.; HOLANDA, J. N. F. Recycling of water treatment plant waste for production of soil- cement bricks. **Procedia Materials Science**, v. 8, p. 197-202, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211812815000656. Acesso em: 08 jul. 2024.

ROSSETTI, V. Aprofundamento em biologia celular: sobre a origem e evolução das organelas**. NetNature**, 17 fev. 2016. Disponível em: https://netnature.wordpress.com/2016/02/17/aprofundamento-em-biologia-celular-sobre-a-origem-e-evolucao-das-organelas/ . Acesso em: 29 jul. 2023.

ROSALINO, I.; SILVA, D. M.; KASSEBOEHMER, A. C. Estudo do desenvolvimento do espírito científico em aulas de química geral com a aplicação do método investigativo. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 6., 2018, Ponta Grossa, PR. **Anais** [...]. Ponta Grossa, PR: UTFRP, 2018. p. 1-12. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/002927097 . Acesso em: 29 jul. 2023.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/nyCvcHWck6yN3pNq6KpKMtd/ . Acesso em: 29 jul. 2023.

SÁ, L. P; QUEIROZ, S. L. **Estudo de caso no ensino de química.** Campinas, SP: Átomo, 2009. Disponível em: https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s01/ficha-117.pdf . Acesso em: 29 jul. 2023.

SÁ, L. P; QUEIROZ, S. L. Tipos de próteses como tema sociocientífico para a promoção da argumentação no ensino de química. *In*: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas**: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.

Salvador, BA: EDUFBA, 2018. p. 231-243.

SALES, A.; LIMA, S. A. Use of Brazilian sugarcane bagasse ash in concrete as sand replacement. **Waste Management**, v. 30, p. 1114-1122, 2010. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20163947/#:~:text=The%20mortars%20produced%20with%20SBA,cement%20slag%2Dmodified%20Portland%20cement. Acesso em: 07 fev. 2024.

SALOMÃO, R.; PANDOLFELLI, V. C. Hidratação e desidratação de oxido de magnésio em concretos refratários. **Cerâmica**, v. 54, p. 145-151, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ce/a/dHwZM9VscZcwm9ySGyTscBG/. Acesso em: 07 fev. 2024

SANTANA, M. A. E.; TEIXEIRA, D. E. Uso do bagaço de cana-de-açúcar na confecção de chapas de aglomerados. *In*: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7.; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba, PR. **Anais** [...]. São Paulo: SBS/SBEF, 1993. p. 667-672. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc43_1/06-AEQ-88-20.pdf. Acesso em: 07 fev. 2023.

SANTOS, M. J. C.. O currículo de matemática dos anos iniciais do ensino fundamental na base nacional comum curricular (BNCC): os subalternos falam? **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 132-143, jan./abr. 2018.

SELBACH, Á. L *et al*. O método de estudos de caso na promoção da argumentação no ensino superior de química: uma revisão bibliográfica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n.1, p. 38-50, 2021.

SILVA, V. S. da *et al*. A utilização do método de estudo de caso para aquisição de conhecimentos em química dos materiais e produção de tijolo ecológico. *In:* CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 7., 2021, Campina Grande, PB. **Anais** [...]. Campina Grande, PB: Realize Eventos Científicos e Editora Ltda, 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2021/trabalho_ev150_md1_sa116_ID8048_30092021084016.pdf. Acesso em: 07 dez. 2023.

TUFANO, W. Contextualização**.** *In*: FAZENDA, I. (org.) **Dicionário em construção**: interdisciplinaridade. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002. p. 40-41.

VAGNER, R. A. J. Combustão do bagaço da cana-de-açúcar, autossuficiência energética e carbono neutro. *In*: WORKSHOP AGRO ENERGIA, 7., Ribeirão Preto, SP. **Anais** [...]. Ribeirão Preto, SP: APTA, 2013. p. [1-6]. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/972239/1/ResumoAgroenergia2013003.pdf. Acesso em: 18 nov. 2023.

VASSILEV, S. V. *et al.,* An overview of the chemical composition of biomass. **Fuel,** Elsevier, v. 89, n. 5, p. 913–933, 2010. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2009.10.022

VELOSA, A. L. P. L. **Argamassas de cal com pozolanas para revestimento de paredes antigas**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de Aveiro, Aveiro, PO, 2006.

VIEIRA, F. G. **Síntese de sílica amorfa precipitada a partir de cinzas volantes de carvão**

mineral. 2020. Dissertação (Mestrado em engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2020.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005.

ANEXO A - CERTIFICADO VII CONEDU

Conedu
VII Congresso Nacional de Educação
#CONEDU em CASA

CERTIFICADO
CERTIFICADO
CERTIFICADO

CONFIRA A AUTENTICIDADE DESTE CERTIFICADO
WWW.PORTALREALIZE.COM.BR

Certificamos que o trabalho intitulado: A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE ESTUDO DE CASO PARA AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTOS EM QUÍMICA DOS MATERIAIS E PRODUÇÃO DE TIJOLO ECOLÓGICO do(s) autor(es): VIVIANE SANTOS DA SILVA e orientado por SILVIA HELENA CARDOSO, foi apresentado na modalidade Comunicação Oral (CO) no VII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Edição 2021), evento realizado Online, no período de 02 a 04 de Dezembro de 2021.

Identificador: 1a3236073a511acaa67bb7c22659f1cc

Online, 04 de Dezembro de 2021.

Paula Castro.
Profa. Dra. Paula Almeida de Castro (UEPB)
Coordenadora Geral do VII CONEDU