



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Resolvendo um crime ambiental: Usando a metodologia experimental investigativa para conscientizar sobre os impactos da mineração ilegal

Júlia Bonow Haertel Barneche (IC)*, Trinity Nunes Bessa da Costa (IC), Luiz Eduardo Lemos da Rosa (IC), Jorge Luiz Pernas (FM), Bruna Adriane Fary-Hidai (PQ). juliabarneche@gmail.com*

Palavras-Chave: Ensino de Química; Direitos Humanos; Educação Ambiental.

Área Temática: Estudos CTSA e Educação Ambiental

Resumo: O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Licenciatura em Química trabalha com dois eixos temáticos: Educação Ambiental e Direitos Humanos. Logo, os graduandos do curso a partir de uma demanda da escola campo tentaram produzir uma oficina capaz de interligar os Direitos Humanos conjuntamente à Educação Ambiental compreendendo a importância de pesquisar, discutir e compartilhar as informações sobre os temas em volta desses eixos, com o objetivo de conscientizar os alunos a terem um olhar mais crítico e observar como a metodologia ativa aplicada afetaria na interação com os estudantes. A oficina foi realizada com base na metodologia de experimentação investigativa onde os estudantes se tornaram protagonistas. Enquanto a problematização da oficina teve foco na mineração ilegal e como isso afeta o meio ambiente, em questão de poluentes, e a saúde humana, em questão de contaminações. Com o desenvolvimento da oficina pode-se perceber que metodologias ativas podem ser benéficas para a aprendizagem dos alunos e sua autonomia, além da melhoria em suas discussões conforme o entendimento dos alunos sobre a importância da temática abordada, isso com base em uma pesquisa qualitativa.

INTRODUÇÃO: CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

No Brasil a mineração é um dos setores básicos da economia do país, sendo uma importante atividade econômica, levando em consideração que essa atividade seja desenvolvida com responsabilidade social e tomando as medidas para que ela seja realizada de forma sustentável evitando os impactos ambientais que uma mineração pode gerar (Farias; Eugênio, 2000).

No entanto, apesar de constituir um importante setor econômico para o Brasil, essa atividade geralmente está ligada a redes criminosas (Brito; Oliveira, 2025). Além disso, os anos de mineração acarretaram em grandes passivos ambientais (espécie de dano ambiental), envolvendo minas e garimpos, o que possibilitou diversos tipos de conflitos socioambientais, envolvendo principalmente populações tradicionais indígenas, quilombolas e ribeirinhas que foram afetadas pelas instalações de megaprojetos de mineração. Além das populações tradicionais afetadas, houveram outros conflitos decorrentes da

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

oposição de interesses e da visão divergente sobre o desenvolvimento da economia brasileira (Fernandes; Araujo, 2016).

É importante ressaltar que a existência das atividades dos garimpos ilegais de ouro e dos abandonados são responsáveis por diversos desastres ambientais que acabam por poluir rios e contaminar diversos povos tradicionais, entendendo que é uma forma de mineração realizada artesanalmente são usados meios simples e práticos, logo é muito comum a utilização de mercúrio para garimpar ouro (Nova; Terra, 2019). Outras vítimas são os trabalhadores garimpeiros, que por muitas vezes, em busca de melhores condições de vida, acabam sendo levados a se envolverem com atividades ilegais, enfrentando riscos à saúde e à segurança, além da exploração em suas jornadas exaustivas de trabalho (Brito; De Oliveira, 2025).

Podemos entender que onde há uma população com sua qualidade de vida prejudicada pode-se identificar a violação dos direitos dessa população, no caso da problematização da mineração ilegal a perda de território e a saúde humana entram em precariedade. Sendo um descaso aos Direitos Humanos, que deveriam garantir não somente a saúde da população, mas sim todos os seus direitos, onde ter um meio ambiente limpo e saudável é fundamental para que se faça a plena reivindicação desses direitos (Brito; De Oliveira, 2025).

Tendo em vista que os povos tradicionais durante muitos anos resistiram e enfrentaram os processos genocidas da colonização nas terras brasileiras, e perceber que ainda hoje sofrem com a invasão de suas terras e contaminação de seus rios, é importante conscientizar e desenvolver um pensamento crítico em sala de aula sobre temas como a mineração ilegal e como ela pode ser e é mais um dos fatores de que acaba acarretando no descumprimento dos Direitos Humanos. Logo, é necessário dar a devida importância para ampliar suas fronteiras dialogando com esses povos, assim compartilhando conhecimentos e reconhecendo os seus valores culturais (Oliveira; Salgado, 2020).

Com a precariedade da vida dos trabalhadores e dos povos afetados pela mineração ilegal pode-se pensar nos eixos temáticos entorno do PIBID-Química, que tem o objetivo de aproximar os docentes em formação da realidade escolar e possibilitar maior experiência na área, que acaba por trabalhar com dois importantes eixos para o ensino: O eixo de Educação Ambiental e o eixo da Educação em Direitos Humanos. Nesse sentido, o PIBID-Química Tem priorizado o foco desses eixos temáticos refletindo tanto a urgência de problematizar questões sociais como as ambientais no espaço escolar, pensando na necessidade de formar professores capazes de desenvolver práticas educativas contextualizadas e críticas que promovam a cidadania exercida em sua plenitude, exigindo da escola uma necessidade do desenvolvimento na formação de sujeitos conscientes de seu papel na sociedade (Oliveira; Salgado, 2020).

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Dessa forma, os pibidianos da Licenciatura em Química produziram uma oficina, por demanda de uma escola municipal, com foco em ambos os eixos utilizando a metodologia ativa experimental investigativa para que os estudantes pudessem ser os protagonistas do próprio desenvolvimento individual, assim possivelmente potencializando.

Pensando nisso, o trabalho produzido tem o objetivo de apresentar a aplicação da oficina produzida, analisando o desenvolvimento dos alunos diante da metodologia e discussões abordadas em respeito aos assuntos de Direitos Humanos e Educação Ambiental.

METODOLOGIA: DESENVOLVIMENTO DA OFICINA

Trabalhando com os eixos temáticos de Direitos Humanos e Educação Ambiental, compreende-se que discutir temáticas voltadas aos Direitos Humanos no desenvolvimento da formação docente de Ciências é algo que deve ser considerado como fundamental dentro do contexto social em que vivemos atualmente (Bonfim; Guimarães, 2023); E que deve existir uma relação saudável dos seres humanos com o meio ambiente, desenvolvendo um olhar mais crítico em relação a sua conservação, preservação e a administração de seus recursos (Narcizo, 2009). Isso possibilitou que os graduandos do curso pudessem produzir e ministrar uma oficina em uma escola municipal de Pelotas no Rio Grande do Sul. Essa oficina surgiu de uma demanda da escola que recebe os pibidianos, além de que deveria estar inserida dentro de ambos os eixos temáticos voltados para os Direitos Humanos e Educação Ambiental de forma complementar.

Pensando num olhar voltado ao meio ambiente que pudesse se relacionar aos Direitos Humanos, foi possível perceber que uma abordagem problematizando a mineração ilegal seria interessante para ser trabalhada e discutida com os alunos, pois poderia ser contextualizada para alcançar os objetivos de conscientizar e desenvolver um pensamento mais crítico. Para realizar a coleta de dados de forma a melhorar a compreensão dos resultados não baseando-se somente nas discussões realizadas foram utilizados espaços para escrita nas “fichas de suspeitos” para que os alunos pudessem descrever o que entendiam de cada pista, além de outros pensamentos e observações, visto que seria importante fazer uma análise posterior desses dados para que se pudesse entender a que nível foi satisfatória a aplicação da atividade levando em conta os objetivos estabelecidos.

Compreendendo que seria uma análise baseada na experiência dos alunos durante a atividade foi adotado o método de análise qualitativo (Yin, 2016)

1.1 ESCOLHA METODOLÓGICA

APOIO

*Sociedade Brasileira de
Ensino de Química*





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Entendendo a importância de uma escolha metodológica para uma melhor visualização da aplicação prática e preparo, percebendo também que a utilização de metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem podem contribuir de forma significativa no desenvolvimento de conhecimentos ressaltando a importância do aluno ter uma posição ativa neste processo (Maranhão; Reis, 2019). Uma metodologia ativa faz com que o estudante assuma um papel desafiador favorecendo sua capacidade de evolução, tornando-o, um indivíduo reflexivo e crítico, pode-se dizer que o objetivo é de que todos possam assimilar o conteúdo trabalhado proporcionando ao aluno o conhecimento que é adquirido por vivência, de forma a ser incentivado pelo professor respeitando a individualidade dos discentes (Mazzaro; et al, 2022).

Assim, esta oficina foi construída a partir de uma metodologia ativa, sendo essa a “metodologia experimental investigativa”, onde os estudantes são colocados diante de situações-problema que demandam a formulação de hipóteses, planejamento e a execução de experimentos, visando realizar a análise e interpretação dos resultados obtidos (Ferreira; Hartwig; Oliveira, 2010);

1.2 APLICAÇÃO DA PROPOSTA

A proposta da atividade era de que ela fosse lúdica ao mesmo tempo em que buscava conscientizar, trabalhando os eixos do PIBID- Química. Logo, foi desenvolvido um problema fictício: Nesse contexto havia sido implementado um projeto de mineração em terras povoadas e devido a implementação dessa mineradora, acarretou em um desastre ambiental contaminando o rio local com resíduos de metais pesados. A mineradora, dentro do contexto apresentado, não estava nos conformes com a lei, e devido a isso, diversos nativos locais foram contaminados e acabaram adoecendo. Dessa forma, os estudantes foram convidados pelos pibidianos a auxiliarem na descoberta de quem foi responsável pela implementação da mineradora ilegal. Assim, os discentes seriam cientistas forenses, assumindo o papel de investigadores para solucionar o mistério de quem seria o responsável por assinar o contrato que não estava em conformidade com as leis ambientais e que, em consequência disso, foi causador do desastre ambiental e após isso seria feito um júri simulado para decidir quem foi o autor do crime.

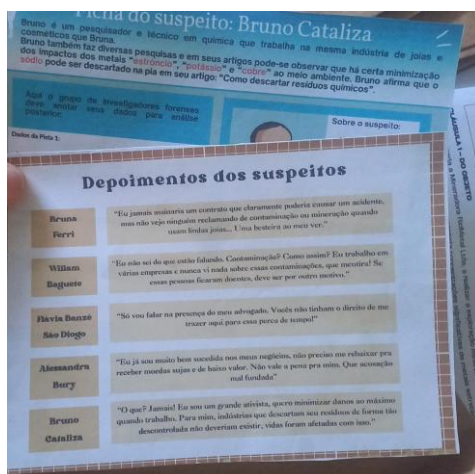
Durante a prática os estudantes teriam acesso aos “arquivos de suspeito” contendo as fichas com informações de cada suspeito e os depoimentos deles, conforme na imagem 1, e que seriam distribuídos por grupo. Além disso, também teriam acesso a “folha de contrato” que, dentro do contexto, seria um contrato assinado para a implementação da mineradora.

Imagem 1: Depoimento dos suspeitos e fichas

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Fonte: Autores (2025)

As pistas que os estudantes deveriam analisar seriam as canetas dos suspeitos, através de um teste de cromatografia para saber qual foi a caneta usada para assinar o contrato. Eles poderiam comparar com uma "amostra" coletada da folha de contrato com o argumento usado pelos docentes de que a assinatura já não era mais legível devido ao descuido da folha; A "água contaminada" representada através de uma solução de álcool contendo cloreto de estrôncio, onde seria feita a realização de um teste da chama para que se fosse possível identificar o metal contaminante através da comparação com outros sais metálicos ofertados pelos pibidianos, sabendo que os combustíveis misturados aos sais de potássio, sódio, estrôncio e cobre acabariam por produzir cores diferentes ao serem queimados (Müller; et al, 2014). E como último teste os estudantes teriam de procurar uma digital utilizando carvão na "folha de contrato", assim comparando com as digitais coletadas dos suspeitos.

A oficina foi aplicada em Julho de 2025 e teve a participação de duas turmas diferentes durante o turno da manhã. Primeiramente foi apresentado o contexto para os alunos, explicando sobre a mineradora e por que eles estavam realizando uma investigação.

Para que a atividade fosse aplicada, foram formados grupos com os estudantes, cada grupo poderia discutir individualmente para determinar quem seria o mais provável suspeito e com base nos depoimentos e fichas de suspeitos e a partir disso começariam a investigação.

Ressalta-se que na segunda pista, onde seria realizado o teste de chama, os alunos tinham a amostra de "água contaminada do rio" e poderiam descartar suspeitos pois na própria ficha (Imagem 2) os suspeitos eram interligados a alguns tipos de metais de forma lúdica e exagerada.

Imagem 2: Ficha de suspeito



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44ª EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Ficha do suspeito: Bruna Ferri

Bruna Ferri é uma química industrial que trabalha em uma indústria de joias e cosméticos sendo colega de trabalho de Bruno. Além de trabalhar na indústria, Bruna também faz diversas pesquisas e em seus artigos pode-se observar que há uma forte tendência a minimizar os impactos de resíduos do metal "estrôncio".

Aqui o grupo de investigadores forenses deve anotar seus dados para análise posterior:

Dados da Pista 1:

Dados da Pista 2:

Dados da Pista 3:

Sobre o suspeito:

- Nome: Bruna Ferri
- Gênero: Mulher
- Idade: 37 anos
- Altura: 1,70

Opinião do investigador:

Dados para auxílio:

- Química industrial, poderia ganhar lucros na empresa de joias em que trabalha.
- Artigos publicados minimizam os impactos do metal "estrôncio" liberado ao meio ambiente.

Fonte: Autores (2025)

Após coletar todas as pistas e debater sobre quem eles acreditavam ser os suspeitos, os alunos participariam de um júri, onde os docentes em formação interpretaram os suspeitos, o juiz e o advogado de defesa do suspeito acusado, enquanto os alunos seriam todos os acusadores e teriam que argumentar para que o suspeito fosse preso usando os dados encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a aplicação da atividade foi possível perceber que os alunos demonstraram interesse nos arquivos de suspeitos, o que não era esperado pelos docentes, pois achava-se que os alunos teriam mais interesse nas práticas experimentais. Foi um resultado satisfatório visto que em ambas as turmas os alunos buscaram evidências afirmando que primeiro deve-se criar uma teoria. Uma teoria criada por eles foi de que 2 personagens suspeitos estariam interligados e trabalhando em conjunto para a mineradora, isso com base na análise das fichas e depoimentos, desenvolvendo histórias e debatendo. Inicialmente, eles também comentaram sobre as questões ambientais relacionadas aos metais contaminantes e ao descarte de resíduos demonstrando curiosidade sobre o tema ao afirmarem que não sabiam se os metais ali presentes eram realmente tóxicos ou não e perguntando diretamente a uma aplicadora da oficina se o metal potássio era tóxico, além de citarem que um dos personagens fingia ser consciente sobre o tema como um disfarce.

Após fazer a análise dos suspeitos, cujos estudantes já tinham definido uma história para a maioria, iniciou-se a análise da primeira pista, as canetas dos suspeitos. Com a realização dessa atividade foi usado uma tira de papel filtro, nela foram feitas bolinhas com as canetas dos suspeitos e depois foram comparadas as manchas de tinta com a da amostra do culpado. Foi possível perceber uma boa organização de ambas as turmas trabalhadas, os alunos no momento de realizar a cromatografia em papel, anotaram os nomes dos suspeitos próximos ou sinalizando com setas para ser mais fácil identificar os

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química

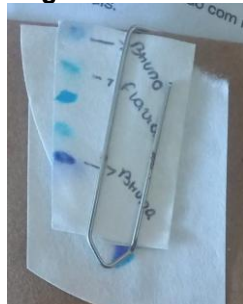




Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

responsáveis por cada mancha formada pelas bolinhas desenhadas no papel, conforme ilustra a Imagem 3.

Imagem 3: Cromatografia realizada pelos estudantes



Fonte: Autores (2025)

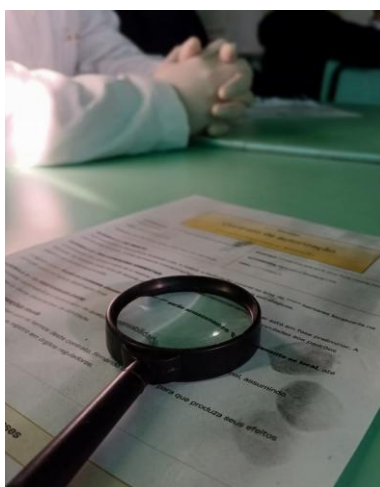
Após o teste cromatográfico, os alunos avançaram nas investigações e demonstraram interesse em participar de forma ativa do experimento. Como envolvia certo risco, a manipulação foi praticamente toda realizada pelos pibidianos. Os estudantes iniciaram o experimento testando os sais conhecidos e registrando as cores características de cada queima. A atividade demonstrou-se atrativa para a maioria da turma, o que favoreceu o engajamento, sendo possível perceber que os alunos tinham interesse em ter uma maior participação na atividade. Para ampliar a participação dos alunos, os docentes permitiram que os próprios estudantes adicionassem os sais ao experimento, sempre de forma orientada para que se pudesse evitar algum acidente.

Após o teste dos sais conhecidos e o registro das cores observadas, os estudantes analisaram a amostra do rio para identificar o metal responsável pela contaminação, o que resultou em debates sobre poluição e descarte inadequado de resíduos, que foram contextualizados nas fichas de suspeitos, o que intensificou as perguntas sobre metais tóxicos nos rios. A utilização de spray, ao cadinho para a análise da amostra, despertou diferentes reações por parte dos alunos: Alguns demonstraram receio, enquanto outros manifestaram maior interesse e curiosidade. Sob supervisão dos pibidianos, foi possibilitado que os discentes interessados realizassem o procedimento. A amostra coletada apresentou a presença de estrôncio, devido a emissão de luz vermelha durante a queima, o que possibilitou o descarte de alguns suspeitos que os alunos acreditavam serem culpados a princípio.

Na primeira turma, os grupos descartaram suspeitos diferentes, o que gerou uma competitividade amistosa entre os alunos para identificar o verdadeiro culpado. Diferentemente disso, na segunda turma apenas um grupo considerou a suspeita “Bruna”, que era a real culpada, enquanto os demais apontaram “Wiliam” como responsável. As hipóteses formuladas pelos próprios estudantes favoreceram maior interação coletiva, que aumentava conforme a atividade

avançava. Na terceira, os docentes estabeleceram tempo limitado para a análise de impressões digitais no contrato para que todos os alunos pudessem participar. Os alunos utilizaram carvão vegetal como revelador e realizaram a comparação com as digitais dos suspeitos, com o auxílio de lupas (imagem 4). Ambas as turmas discutiram e elaboraram teorias comparando as digitais encontradas com as fornecidas afirmando que tamanhos e linhas poderiam ser usados para a identificação, uma turma ainda afirmou dizendo que existia mais de um suspeito culpado devido a quantidade de digitais encontradas na folha.

Imagem 4: Digitais encontradas pelos estudantes



Fonte: Autores (2025)

Para a finalização da atividade foi realizado um júri simulado. Na primeira turma os alunos pediram que acontecessem vários júris com todos os suspeitos pois havia muita divergência na escolha do culpado. Quando foi revelado o real culpado os alunos não ficaram tão surpresos pois afirmaram ter suspeitado inicialmente e afirmando que “ele era muito velho e não tinha nada a perder” o que gerou bastante conversa em torno do que estaria equivocado em relação à análise das pistas porém sem uma resposta clara devido a quantidade de divergências de suspeitos na turma.

Na segunda turma aconteceram dois júris, o primeiro acusando o “Wiliam” com o apoio da maioria da turma, enquanto o segundo acusava-se a “Bruna” com apenas um dos grupos formados. Quando foi revelado que o real culpado era a Bruna, pode-se perceber grande comoção pelos estudantes. O principal problema vivenciado durante a realização da oficina ocorreu ao decorrer do terceiro experimento quando foram comparadas as digitais dos suspeitos (Feitas com carvão ativado em papel) coletadas com as digitais encontradas pelos estudantes. Além disso, pode-se perceber que boa parte dos argumentos utilizados para a acusação dos suspeitos eram baseados em suas



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

aparências físicas, e além disso, supuseram ser improvável uma mulher ter uma digital “grande”, como a encontrada na folha conforme a Imagem 4.

Com isso pode-se ainda analisar os dados dos alunos em relação às respostas escritas onde a maioria cita os reagentes tóxicos ao meio ambiente, sendo uma delas: “A Bruna não se importa com o meio ambiente então foi ela porque negou que o metal estrôncio faz mal”.

Porém não pode-se observar respostas significativas sobre os metais tóxicos contaminando os seres humanos ou a relação mais direta aos próprios Direitos Humanos quando comparado a Educação Ambiental isso pode ser devido a erros de introdução da atividade ou até mesmo pelo fator ambiental estar mais presente nas pistas e depoimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste trabalho, um ponto interessante a ser observado é que os alunos aumentaram sua produtividade a partir da competição, e que a realização de atividades interativas por meio das metodologias ativas se mostrou bastante valiosa nesse processo de ensino, despertando o interesse dos estudantes. Porém, a atividade mostrou dificuldade em discutir o eixo de Direitos Humanos, o que provavelmente se deu ao fato de que esse aspecto não estava tão claramente evidenciado. Além disso, como o foco dos alunos concentrou-se na investigação, tiveram mais discussões em volta do eixo de Educação Ambiental que estava ligado mais diretamente às evidências, o que pode ser observado pela maioria das respostas e perguntas ligadas a contaminação do rio e poluição por metais tóxicos.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS

BONFIM, Hanslivian Correia Cruz; GUIMARÃES, Orlinley Maciel. Direitos humanos e formação de docentes de ciências em periódicos nacionais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 25, 2023.

BRITO, Divino Pereira; DE OLIVEIRA, Jocirley. A EXPLORAÇÃO ILEGAL DE MINÉRIOS NA AMAZÔNIA: IMPACTOS SOBRE OS DIREITOS HUMANOS DE COMUNIDADES INDÍGENAS E TRABALHADORES GARIMPEIROS. **Facit Business and Technology Journal**, v. 2, n. 63, 2025.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

DE MELO MARANHÃO, Kalena; DE SOUZA REIS, Ana Cássia. Recursos de gamificação e materiais manipulativos como proposta de metodologia ativa para motivação e aprendizagem no curso de graduação em odontologia.

Revista Brasileira de educação e saúde, v. 9, n. 3, p. 1-7, 2019.

DOS SANTOS NARCIZO, Kaliane Roberta. Uma análise sobre a importância de trabalhar educação ambiental nas escolas. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 22, 2009.

FARIAS, Gomes; EUGÊNIO, Carlos. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. 2002.

FERNANDES, Francisco Rego Chaves; ARAUJO, Eliane Rocha. **Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais**. 2016.

FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney; OLIVEIRA, RC de. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

MÜLLER, Cleverton Miguel et al. **Teste da chama: análise de um experimento investigativo**. 2014.

NOVA, Samilly TERRA; BRAGA, Mariana Martins; OLIVEIRA, Débora Nicole Gonçalves. CONTAMINAÇÃO DE MERCÚRIO NOS POVOS YANOMAMI. **Semana da Diversidade Humana (ISSN: 2675-1127)**, v. 3, n. 4, 2019.

OLIVEIRA, Roberto Dalmo Varallo Lima de; SALGADO, Stephanie Di Chiara. **A Educação em Direitos Humanos no Ensino de Ciências em interface com a teoria do Giro Decolonial: uma análise**. *Ensino em Re-vista*, v. 27, n. 2, p. 698-726, 2020.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Penso Editora, 2016.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química

