http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160211

Mineropólio: uma proposta de atividade lúdica para o estudo do potencial mineral do Brasil no Ensino Médio

Eduarda Giese, Fernanda L. Faria e José W. S. Cruz

O trabalho investigou as potencialidades e limitações do jogo *Mineropólio* para a abordagem da mineração no Brasil no ensino de Química no Ensino Médio e a forma que este recurso promove a discussão na perspectiva CTS. O jogo foi inserido em uma sequência de aulas e aplicado em duas turmas de uma escola pública em Blumenau, Santa Catarina. Como instrumentos de pesquisa foram utilizados: observação participante da sequência de ensino; aplicação de questionário aos estudantes; e gravação em áudio das aulas. Os dados foram analisados a partir da Análise de Conteúdo. Na percepção dos estudantes, o jogo adotado tem potencialidade lúdica e educativa. Os alunos citaram fatores econômicos, ambientais e sociais relacionados à mineração no Brasil entremeio a composição química dos minerais e suas aplicações. Porém, alguns estudantes demonstraram dificuldades na distinção entre composição química e elemento químico, mesmo após as discussões em aula, indicando a necessidade de aprofundamento nesta temática.

▶ jogo didático, abordagem CTS, ensino de química ◀

Recebido em 14/11/2019, aceito em 04/03/2020

A Química é comumente considerada uma ciência de difícil compreensão pela maioria das pessoas (Bouzon *et al*., 2018). Um dos motivos que podem contribuir para tal visão é o fato dessa ciência ser trabalhada de forma descontextualizada em sala de aula.

Quando se discute junto aos estudantes sobre o ensino da Tabela Periódica, observa-se que poucos identificam a presença de elementos químicos em nosso cotidiano e compreendem como estes são obtidos da natureza. A partir de Rocha e Cavicchioli (2005), indica-se que a dificuldade de abstração em visualizar corretamente o mundo submicroscópico pode originar problemas em entender os conceitos de átomo e elemento químico e, por consequência, na distinção entre substâncias simples e compostas, dificultando ainda mais sua correlação com seu entorno macroscópico.

Nesse contexto, a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) vem como um enfoque significativo que busca um ensino para "além dos muros" escolares, propondo uma compreensão dos conteúdos sem um fim em si mesmo, englobando uma formação crítica do indivíduo. Nessa abordagem, ressalta-se a importância de trabalhar "[...] problemas sociais que afetam o cidadão e que exigem um posicionamento quanto ao encaminhamento de suas soluções" (Santos e Schnetzler, 2003, p.47). Nessa interpelação com o enfoque CTS recomenda-se a introdução das questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais, que por vezes têm sido denominadas *socioscientific issues* (SSI) e podendo ser traduzidas por questões sociocientíficas, temas sociocientíficos ou aspectos sociocientíficos (ASC), conforme Santos e Mortimer (2009). Esta educação problematizadora proposta pela relação CTS busca a ressignificação social dos conteúdos com a função de resgatar o papel da formação da cidadania (Santos, 2007). Nessa perspectiva, o estudo da composição dos minerais atrelado aos reflexos sociais, ambientais, econômicos, bem como problematizando desde o surgimento até sua finalidade de uso contribui para uma abordagem contextualizada.

Analisamos a temática mineração como propiciadora de um olhar contextualizado no âmbito do ensino da Química, discutindo acerca da composição dos minerais, dos diferentes elementos químicos que os constituem e suas diversas propriedades, assim como seus aspectos visuais. Defendemos o estudo dos elementos químicos que constituem essas rochas como uma forma de contextualizar e problematizar em Química, no que tange aos minerais.

A atividade mineradora transcorre em todo o território brasileiro. A associação de minerais à fabricação de joias é bastante comum, inclusive a atribuição do valor das mesmas

equipara-se ao valor das "pedras preciosas", no entanto essa concepção se constitui como simplista, principalmente quando nos deparamos com os noticiários, em especial e até por exemplo, como a destacada tragédia da cidade de Mariana (2015), mais especificamente no subdistrito de Bento Rodrigues (Belo Horizonte, 2015), bem como as crises econômicas nos últimos anos que contribuíram para a estruturação e deformação da atividade mineradora. Com esse embasamento, argumentamos nesta proposta de ensino sobre qual a importância que o estudante, enquanto cidadão, atribui à atividade mineradora.

Na literatura, Marini (2016), ao discorrer sobre extração mineral, amplia a visão da importância dessa atividade exploratória, defendendo que o Brasil tem elevado potencial mineral, considerando fatores como: extensão territorial, geologia diversificada e pouco estudada, múltiplos ambientes metalogenéticos e baixo investimento na atividade mineradora. Esses fatores podem possibilitar descobertas de novos depósitos minerais. O país é exportador de *commodities* minerais, sendo considerado uma referência mundial em algumas exportações, dentre as quais o minério de ferro representa 82%. Com 155 minas de *commodities* minerais de médio e grande portes, o Brasil é assinalado com pouca exploração mineral na sua metade leste e principiante na Amazônia (Marini, 2016).

A conscientização dos direitos e deveres de um cidadão pode favorecer sua inclusão e ação em sociedade. Com base em Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), defendemos a discussão de forma contextualizada no ensino de Química sobre a prática de mineração com ampliação para sua relação com os avanços da Ciência e Tecnologia, suas causas, consequências, os interesses econômicos e políticos, propondo visualizar a Ciência como construto humano. Neste ponto podem ser iniciadas, por exemplo, reflexões sobre a indústria que transforma a matéria-prima (minerais) em produto final para ser comercializado e contribuir com a circulação de capital no mercado. Podem ainda ser discutidas todas as etapas de processamento do mineral, desde a extração até sua comercialização nas variadas formas que os aproveitamos.

Na vertente ambiental, é sabido que a formação dos minerais é devida às eras geológicas pelas quais a Terra já passou e, desse modo, se traduz em uma prática não renovável, fator este que pode também ser trabalhado em sala de aula. Nesse caminho, outro aspecto a ser considerado é que, além dos minerais poderem se exaurir nas minas, para minerar é necessário o uso de grandes áreas, inclusive verdes, levando a uma devastação territorial em função da busca por matéria-prima. Além do interesse social, o uso de minerais se adentra para também aos interesses econômicos a nível global, pois representa um componente que impacta nos índices de desenvolvimento dos países. Isto posto, é possível destacar a importância de discussões sobre a mineração e a extração mineral ainda na educação básica. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +), "[...] as escolhas sobre o que ensinar devem se pautar pela seleção de conteúdos e temas relevantes que favoreçam a compreensão do mundo natural, social, político e econômico" (Brasil, 2002, p.88).

Na vertente ambiental, é sabido que a formação dos minerais é devida às eras geológicas pelas quais a Terra já passou e, desse modo, se traduz em uma prática não renovável, fator este que pode também ser trabalhado em sala de aula.

Diante do que foi ponderado, neste trabalho propomos a abordagem da temática extração mineral a partir de discussões que permeiam o enfoque CTS. Para isso, destacamos a aplicação de um jogo didático. Soares (2008; 2015) atribui uma extensa descrição ao jogo, como o fato de ser uma atividade livre, não-séria, com caráter fictício ou representativo, com limitação do tempo e do espaço, constituído por regras implícitas ou explícitas. Concordamos com Cunha (2012) quando este vê potencialidade dos jogos para uso em sala de aula. Nesse contexto, Kishimoto (2017) destaca a importância do equilíbrio entre a função lúdica e educativa. A função lúdica do jogo foi considerada pelas ações realizadas durante as jogadas, tais como: compra e venda de minas de extração e companhias de transporte constantes no tabuleiro, levando a uma competitividade entre os jogadores. A função educativa foi proposta a partir das problematizações trazidas nas cartas de Sorte e Revés (SeR) retiradas durante as jogadas.

Diante do que foi discutido o objetivo deste trabalho foi investigar as potencialidades e limitações do jogo criado e intitulado *Mineropólio* para a abordagem da mineração no Brasil no ensino de Química no Ensino Médio e de que forma este recurso promove a discussão na perspectiva CTS.

O jogo *Mineropólio*

O jogo foi idealizado a partir do jogo de tabuleiro Banco Imobiliário®, marca registrada da companhia de brinquedos Estrela, licenciado do jogo de tabuleiro *Monopoly* da Hasbro. Compõem este jogo: tabuleiro, cartas de sorte ou revés, cartas de título de propriedade, encarte de regras, peões e dados. O objetivo de ambos os jogos é tornar-se o mais rico dentre os jogadores, e dessa forma possibilita ações como compra, construção, aluguel e venda de propriedades por parte do jogador.

Os cartões de sorte ou revés do jogo original foram modificados: agora estes relacionam situações reais que potencializam ou limitam a atividade mineradora no Brasil trazendo desde curiosidades como locais com grandes minas de extração, como também aspectos para favorecer discussões CTS envolvendo questões sociais, ambientais e econômicas associadas à atividade mineradora no Brasil. Para isso é indicada a leitura em voz alta dessas cartas durante o jogo, com a finalidade de favorecer a discussão de alguns tópicos em sala de aula. O plano central (ou o fundo) do tabuleiro recebeu a imagem do mapa do Brasil com a indicação das minas de extração com possibilidade de compra no tabuleiro (Figura 1).

Figura 1: Foto dos itens do jogo *Mineropólio*: (a) Títulos de propriedade (b) cartas SeR (c) Encarte de Regras (d) minerais peões. Fonte: Elaborado pelos autores.

O tabuleiro do jogo original foi modificado: os nomes das ruas e avenidas do original agora levam nomes de minas de extração no Brasil passando a se chamar, por exemplo, Mina de Carvão, Mina de Ametista e Mina de Hematita, com designação ao que se pode obter da mina (elemento químico ou produto), conforme mostra a Figura 2. As companhias do jogo original (navegação, táxi, aviação etc.) continuam no jogo como modo de trabalhar a importância do transporte para a mineração.

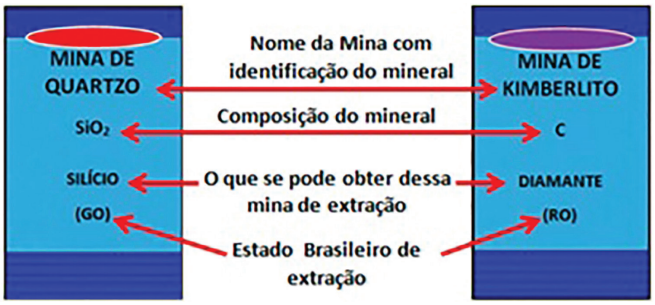

Figura 2: Informações trazidas nas casas do tabuleiro do jogo *Mineropólio*. Fonte: Elaborado pelos autores.

As peças, como dados e dinheiro, foram mantidas no jogo, porém as casas e hotéis utilizados no jogo Banco Imobiliário® não foram utilizados para a versão do *Mineropólio*. Como peões do jogo foram empregados minerais disponibilizados pelos pesquisadores e as informações sobre a composição de cada mineral foram fornecidas junto ao jogo.

Metodologia

Esta pesquisa foi aprovada no comitê de ética (CEPSH) com garantia de anonimidade dos participantes. A proposta de ensino aplicada foi desenvolvida por um dos pesquisadores deste estudo. A pesquisa envolveu duas turmas de 1º ano de uma escola pública de ensino médio, com cerca de 30 alunos cada, do município de Blumenau - SC. Para coleta de dados foram utilizados como instrumentos de pesquisa

o questionário e a observação participante da sequência de ensino. As aulas foram gravadas em áudio e outras observações foram registradas em diário de campo, sendo ambos os materiais posteriormente analisados.

A coleta de dados envolveu a aplicação de três questionários utilizados de forma a analisar as concepções prévias dos estudantes (questionário 1), durante o jogo (questionário 2) e, por fim, após toda a sequência de aulas (questionário 3).

A análise de dados ocorreu mediante a Análise de Conteúdo (Bardin, 2011; Franco, 2005). O tratamento dos dados foi realizado inicialmente por uma leitura flutuante, seguida da codificação das respostas dos questionários e dos áudios transformando em unidades de análise e, posteriormente, em categorias que foram criadas *a posteriori*. As categorias foram construídas no formato de temas.

A proposta de ensino envolveu uma sequência de aulas a qual foi aplicada baseada no esquema contido na Tabela 1. A proposta foi realizada após os alunos terem visto o conteúdo da Tabela Periódica. A aplicação foi estruturada para iniciar na turma 1 e, conforme as aulas foram sendo aplicadas e analisadas, algumas discussões foram modificadas para a sequência que foi aplicada na turma 2. Com as alterações feitas, a turma 2 teve duas aulas a mais (45 minutos cada) para a aplicação da sequência de ensino. Apesar do número de aulas distintos em cada turma, a discussão do conteúdo seguiu a mesma base, sendo mais exploradas algumas considerações dos estudantes na turma 2.

Tabela 1: Breve descrição dos tópicos trabalhados nas diferentes aulas da sequência de ensino.

Turma 1	Descrição	Turma 2
Aula 1	•Explicação sobre o funcionamento da sequência de aulas com convite a participação dos estudantes; •Aplicação do **questionário 1**	Aula 1
Aula 2	•Abordagem da utilização dos minerais no cotidiano •Discussão dos fatores econômicos associados à extração mineral	Aula 2
Aulas 3 e 4	•Aplicação do **questionário 2** •Aplicação do jogo *Mineropólio*	Aulas 3, 4 e 5
Aula 5	•Discussão do Potencial Mineral do Brasil a partir do jogo *Mineropólio*	Aula 6
Aula 6	•Discussão de impactos ambientais relacionados à exploração mineral e Aplicação do **questionário 3**	Aulas 7 e 8

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para todas as aulas da sequência de ensino proposta foram utilizadas projeções em *slides* com o uso de imagens. A sequência de aulas foi estruturada com a sequência de discussões: produtos do nosso cotidiano, indústria e processo de transformação de matéria-prima, origem da matéria prima mineral, aplicação do jogo *Mineropólio* e composição dos minerais, discussão sobre aspectos econômicos e *commodities* minerais, impactos ambientais decorrentes da atividade mineradora e finalizando com a reflexão sobre o ciclo surgido pela postura do consumidor frente aos produtos advindos da mineração.

A primeira aula, em ambas as turmas, foi dedicada apenas para aplicação do questionário 1. Na segunda aula foi discutida a presença dos minerais no cotidiano dos alunos, com o uso de diferentes imagens e formas de extração de minerais. O fator econômico atrelado à mineração foi abordado anteriormente à aplicação do jogo em discussão, sobre mercado de joias, gastos para a exploração de uma mina de extração, valores atribuídos ao transporte do material minerado e sua distribuição. Foi discutido ainda sobre as eras geológicas que formaram as rochas das quais extraímos os minerais e sobre como a obtenção dos minerais pode variar dentro dos diversos estados brasileiros. Nesse ponto foi contemplada a definição do termo *commodities* minerais e a discussão sobre economia global. Finalizando a aula 2, foi apresentado o jogo e algumas regras com a pretensão de dedicar o máximo de tempo à aplicação do jogo *Mineropólio*.

Para a aplicação do jogo foram utilizadas aulas geminadas. Em ambas as turmas o tempo de aplicação do jogo foi de uma hora. Foram previamente organizados grupos de no máximo sete estudantes. A maioria dos alunos já conhecia as regras do jogo Banco Imobiliário®. Considerando isso, foram explicadas apenas as diferenças entre o jogo original e o jogo *Mineropólio*.

Cada jogador iniciou o jogo com uma renda fixa e com um "mineral peão" diferente dos demais jogadores da mesa (no que condiz à composição química ou cor).

O "banqueiro" também era um estudante e a ele foi conferido o trabalho de receber o dinheiro dos jogadores, realizar pagamentos e fazer negociações. A cada jogada, após o lançamento dos dados, o jogador avançava com seu mineral peão à quantidade de espaços correspondente ao valor obtido nos dois dados. Se o "mineral peão" parasse na casa SeR, o jogador sacava uma carta, podendo pagar ou receber pontos de acordo com a instrução do cartão. O jogador só podia comprar a mina de extração quando parasse com o "mineral peão" sobre ela e se a mesma não tivesse dono. Caso o "mineral peão" caísse em uma mina de extração já ocupada, este jogador deveria pagar aluguel ao dono. Quando o jogador parava em um terreno próprio, ele apenas continuava o jogo normalmente. Uma vez comprada a mina de extração ou companhia de transporte, o jogador recebia um cartão de título de propriedade respectivo a compra, o qual continha os valores do aluguel.

O jogador que não tinha dinheiro suficiente para pagar o aluguel ou os impostos tinha que vender suas propriedades a outro jogador ou ao banco sem direito de parcelar ou emprestar. O valor da mina de extração era definido pelos colegas. Se mesmo assim o jogador não pudesse pagar suas dívidas ele era, então, eliminado do jogo. O jogador que

venceu o jogo foi aquele que acumulou mais riqueza até o final da aula.

A fim de propiciar espaço para os estudantes se expressarem em relação às suas concepções do jogo, auxiliar na correlação entre extração, destinação para a indústria e valor comercial agregado, abrimos um debate. Neste espaço também foi explorada a reflexão entre quantidade de minas de extração, variedade e possíveis lucros advindos desta atividade exploratória. Neste momento foram feitos questionamentos posteriores à aplicação do jogo com o intuito de orientar as argumentações como: "*É possível ficar rico com a mineração*?" e contrapondo aspectos do jogo e o cotidiano: *"Qual a influência dos transportes*?*", "Quantas minas de extração existem no Brasil*?*"*. Também a este espaço ficou dedicado o resgate das cartas de SeR que traziam informações sobre a mineração no Brasil e sua problematização. As cartas trabalhadas foram as contidas na Figura 3.

A partir das cartas de SeR (a), (b) e (c) buscamos problematizar na aula alguns motivos pelos quais o Brasil não investe na exploração mineral, trazendo, em seguida, discussões sobre os impactos ambientais e até que ponto esta prática realmente é necessária à sociedade. Para a carta de SeR (d) foi explorado o caso da cidade de Mariana (MG) demonstrando do que se tratava aquele rejeito de mineração, problematizando a importância de conhecer as atividades industriais que nos cercam a fim de, como cidadão, poder inferir e auxiliar nas decisões em benefício ao desenvolvimento social da região onde o estudante mora, porém com conhecimento do que há em seu entorno.

Finalizando as discussões sobre impacto ambiental e extração mineral, foi possível ainda relacionar como nós, enquanto consumidores de produtos advindos de minerais, podemos também contribuir para a mineração desenfreada, com destaque neste ponto ao reconhecimento da mineração como recurso não renovável. Por fim, foi discutida a importância da reciclagem do alumínio em relação ao custo atribuído ao processamento desse recurso mineral encontrado na rocha bauxita, mais especificamente retratado na carta (e).

Resultados e Discussão

Para a análise dos dados consideramos preferencialmente os alunos que participaram de todas as atividades. Estes alunos receberam nomes fictícios, para garantia da sua anonimidade. Considerando as duas turmas, foram analisadas as respostas de 27 estudantes.

Em análise ao questionário 1 foi possível observar boas correlações dos alunos entre os aspectos de mineração, consumismo e uso dos minerais no cotidiano. É importante ressaltar que o professor de Geografia da escola indicou ter trabalhado a temática, minerais, no bimestre anterior à aplicação da nossa sequência de ensino, incluindo a abordagem da formação de rochas, extração e aplicações dos minerais, além do uso de termos como *commodities* minerais.

Na introdução ao termo mineração houve alguns questionamentos dos alunos, levando-nos à necessidade de abordar como se formam os minerais. Outra questão apontada pelos alunos foi a respeito da nomenclatura "água mineral", se ela pode ou não ser considerada um mineral. Nesse aspecto, verificamos ser proveitoso explorar discussões do uso de termos como solubilidade e concentração. Houve ainda correlações de minerais com medicamentos, principalmente no questionário 1, mas que se repetiram em respostas de alguns alunos no questionário 3. Em análise a esses apontamentos denotamos a possível correlação do termo minerais com

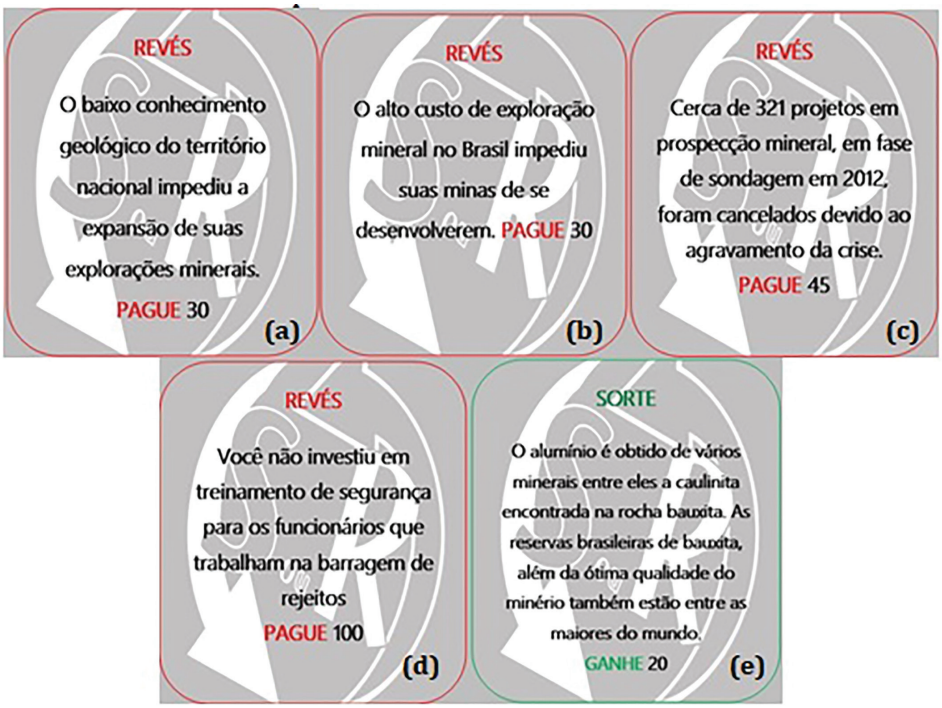

Figura 3: Cartas de SeR selecionadas para serem discutidas em sala de aula. Fonte: Elaborado pelos autores.

minerais em forma de suplementos, aparecendo nas respostas dos alunos como medicamentos.

Nos questionários, nas observações e registros das aulas analisamos os reflexos da aplicação da sequência de aulas, mais especificamente o jogo *Mineropólio*, e de discussões que permeiam os saberes da Química. Os dados obtidos foram organizados em três categorias definidas *a posteriori,* baseando-se nas respostas dos alunos e na sequência de ensino aplicada: (a) Reflexões Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a extração mineral; (b) O jogo *Mineropólio* em sala de aula; (c) Relação dos elementos da Tabela Periódica com o cotidiano.

a) Reflexões Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a extração mineral.

Para discussão dessa categoria buscamos analisar junto à fala dos alunos, os prós e contras do desenvolvimento tecnológico, benefícios e custos, bem como as forças políticas e sociais que orientam o desenvolvimento da atividade mineradora (Santos, 2007). A fim de compreender quais relações CTS foram estabelecidas pelos estudantes a partir da sequência de aulas proposta, foram utilizadas algumas perguntas tanto no questionário 1 quanto no 3, como: (1) "*Pra que serve a extração de minerais*?", (2) "*Quais as vantagens e limitações da extração de minerais a partir das cartas de SeR*?" e (3) "*Cite pelo menos dois exemplos de maneiras que nós, enquanto consumidores, poderíamos reduzir os impactos ambientais decorrentes da prática mineradora*".

A questão 1 estava presente no questionário 1 e 3. As respostas dos dois questionários foram organizadas em subcategorias definidas *a posteriori.* Cabe ressaltar que o número total de alunos não é respectivo ao número de subcategorias elencadas, pois foi possível verificar que na resposta de um mesmo estudante poderia haver mais de uma classificação. A análise em subcategorias foi realizada a partir do reconhecimento de algumas palavras-chave nas respostas dos estudantes. Para a categoria **presença no cotidiano** foram consideradas as respostas que designavam *"uso doméstico"*, *"joias"* ou exemplos de aplicação. A subcategoria **relação econômica** foi destacada com a verificação de palavras como "*lucro*", "*venda*", "*consumismo*". A subcategoria **relação com a indústria** foi considerada a partir das respostas que retratavam diretamente a indústria ou o uso de palavras que remetiam a uma transformação como "*fazer*", "*produzir*", "*fabricar*". A subcategoria **extração de minerais** foi elencada pela verificação deste termo propriamente ou *"matérias-primas"* e *"obtenção de elementos químicos"*. Posteriormente, as respostas de ambos os questionários foram comparadas, o que pode ser visto na Tabela 2.

Algumas respostas dos alunos nas quais foram identificadas estas subcategorias estão dispostas na Tabela 3.

As respostas para o questionário 1 transcritas na Tabela 3 retrataram que os estudantes já faziam correlação entre a mineração e o seu uso no cotidiano, porém sem problematizar as implicações dessa atividade, apresentando apenas algumas respostas que mencionavam o uso como joias e outro exemplo foi a produção de "*estante de ferro*". A construção civil foi citada por cinco alunos, assim como a fabricação de produtos, os quais envolveram o aspecto da indústria e a transformação da matéria-prima em produto, para uso cotidiano. Muitas dessas respostas se mantiveram ao final da sequência de ensino proposta e na aplicação do questionário 3.

Este resultado mostrou que as discussões não foram suficientes para que os estudantes ampliassem suas concepções sobre a importância da mineração. Notamos que este

Tabela 2: Número de estudantes das duas turmas investigadas que responderam à pergunta 1 relacionando as subcategorias.

Questionário	Presença no Cotidiano	Relação Econômica	Relação com a Indústria	Extração de minerais
1 (nº de alunos)	18	2	12	11
3 (nº de alunos)	22	5	14	6

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3: Respostas dos estudantes a pergunta: (1)"*Pra que serve a extração de minerais*?" relacionadas a subcategorias definidas.

Estudante	Questionário 1 /subcategoria analisada	Questionário 3 /subcategoria analisada
Jean	*"Para diversas coisas usadas no dia a dia depende muito do tipo de* ***mineral extraído*** *mas resumindo é para auxiliar a* ***convivência do ser humano****."* **/Presença no Cotidiano /Extração de minerais**	*"Tem vários propósitos em seu principal a facilitação e* ***auxílio para os cidadãos****. Serve para uma forma de arte ou* ***ostentação****."* **/Relação Econômica /Presença no Cotidiano**
Evandro	*"Serve como* ***matéria-prima*** *para as* ***indústrias fazerem*** *materiais como* ***estante de ferro****."* **/Relação com a Indústria /Extração de minerais /Presença no Cotidiano**	*"Para fazer materiais para* ***indústrias*** *de terceiros e manter a* ***economia*** *do país."* **/Relação Econômica /Relação com a Indústria**

Fonte: Elaborado pelos autores.

enfoque foi dado através de discussões em sala, o que neste caso poderia passar despercebido pelos estudantes em detrimento a um jogo que obteve maior envolvimento da turma. Neste quesito, uma estratégia seria diferenciar o modo de abordagem sobre a correlação entre mineração e relevância para a sociedade com uma atividade de pesquisa, reflexão propondo aproximar mais os estudantes do objeto de estudo. Apenas três estudantes indicaram não saber responder esta pergunta no questionário 1 e um aluno não soube responder no questionário 3. Alguns estudantes tornaram suas respostas mais completas no questionário 3, como podemos observar as falas do aluno, Jean, que continua tendo uma visão da extração mineral ligada ao cotidiano, porém com uma visão de responsabilidade por parte dos consumidores envolvendo aspectos econômicos. O estudante Evandro mostrou após a aplicação do jogo uma boa correlação, principalmente com aspectos econômicos, partindo de uma resposta simples no primeiro questionário com exemplo do cotidiano para outra fundamentada em interesses econômicos intrínsecos à prática mineradora.

Em análise às respostas para a questão 2, destacamos a da aluna, Camila, que demonstra relações ambientais, sociais e econômicas: "*As limitações se dão pela preservação de matas, área urbana (onde geraria muitos gastos com indenizações). Falta de investimento por parte do governo e empresas privadas, áreas de risco para exploração, etc*". Analisamos que 18 alunos retrataram como **limitações** a subcategoria **relações ambientais** contemplando as áreas de preservação, dos quais um citou recurso não renovável e outros cinco citaram o baixo conhecimento do território brasileiro, ambas informações trazidas nas cartas de SeR do jogo. Dois estudantes retrataram complicações advindas da atividade mineradora, sendo que um deles referenciou o caso de Mariana (MG), fato que não era conhecido pelos estudantes antes da sequência de ensino.

Ao que se refere à subcategoria **aspecto social**, verificamos que 10 estudantes indicaram "*densidade demográfica*" e impedimento de extração nessas áreas, principalmente, relacionando o fator de indenização, caso viesse a ser implantada uma mina de extração. As **relações econômicas** foram citadas por 18 alunos em relação ao "*alto custo da atividade mineradora no Brasil*". Um citou os reflexos da "*crise econômica*" para a mineração, outro aluno indicou questões relacionadas à "*mão de obra*" e "*tecnologias empregadas no processo de mineração*" e um terceiro estudante indicou o "*gasto com transportes*". Essas respostas demonstram a atenção dos estudantes voltada para o processo inicial de uma mineradora ainda na fase de exploração e processamento, sendo que o quesito mão de obra pode indicar qualquer parte da cadeia produtiva e comercial. Neste âmbito consideramos que as discussões iniciadas na sequência de ensino foram proveitosas e contribuíram para as reflexões sobre a atividade mineradora no Brasil.

Ainda para a questão 2, em análise às respostas sobre as **vantagens**, foram citadas majoritariamente pelos alunos as **relações econômicas** (17 alunos), dentre estes 11 indicaram que a mineração "*favorece a economia*", oito indicaram a "*quantidade de minas presentes no país*" e outros três apontaram **relações econômicas** com **aspectos sociais** relevantes, a "*geração de empregos*". Ainda como vantagens, sete alunos indicaram a **presença no cotidiano** em relação ao uso dos minerais. Algumas respostas das vantagens e limitações da extração mineral na visão dos estudantes podem ser vistas na Tabela 4.

Foi possível notar que, pela própria característica do jogo, por vezes foi ressaltado o fator econômico nas respostas dos estudantes, em relação às vantagens da exploração mineral. No entanto, quando comparamos as vantagens descritas pelos alunos com as limitações fica mais nítida a relação feita por eles e, além disso, nota-se que as respostas foram mais completas no sentido de refletir sobre aspectos econômicos, ambientais e sociais.

Estas respostas retrataram uma visão mais abrangente da prática mineradora, como foi possível verificar na resposta

Tabela 4: Respostas dos estudantes a pergunta: (2)"*Quais as vantagens e limitações da extração de minerais a partir das cartas de SeR?.*"

Estudante	Vantagem /subcategoria analisada	Limitação /subcategoria analisada
Mauricio	*"Vantagens são porque o Brasil está **cheio de minas** e **vários tipos de minérios**."* /Relação ambiental/Relação Econômica	*"Sabemos que **elementos não ressurgem** novamente e um dia vão acabar. Também pode ser por causa do **custo aqui no Brasil**."* /Relação ambiental/Relação Econômica
Henrique	*"As vantagens são: que a **economia** do país pode elevar muito com os **commodities**, os **consumidores compram** e os **materiais usados no cotidiano** são produzidos através da **extração mineral**."* Relação Econômica/Presença no Cotidiano /Extração de minerais	*"Algumas limitações são o custo elevado para fazer todo o **processo de mineração**, para fazer a mina e para **comprar** todo o maquinário. Os problemas ambientais também são uma limitação pois, a mina prejudica muito a natureza outra limitação é social, pois as pessoas que vivem no lugar onde vai ser construída a mina, precisam ser **indenizadas** e devem sair, isso tudo é claro se eles autorizarem."* /Extração de minerais /Relação Econômica.

Fonte: Elaborado pelos autores.

do aluno Henrique. De todas as respostas, oito estudantes não referenciaram as limitações **relações econômicas** diretamente, apontando, nesses casos, para fatores ambientais. Esse direcionamento ambiental pode ter sido resultado do conhecimento sobre a tragédia na cidade de Mariana. As vantagens descritas pelo estudante Mauricio, apesar de não possuir uma palavra-chave que remeta à questão econômica, pode ser relacionada por haver um valor agregado ao mineral, o que confere a ter uma diversidade ou mesmo em muitos minerais, um aumento no valor.

Em análise à questão 3 verificamos que dos 27 alunos, 22 responderam as questões e estas foram organizadas em duas subcategorias: Consumidor e impactos; Mineração e impactos. A primeira retrata respostas em que o estudante conseguia se enxergar envolto com a responsabilidade de mudar questões que permeiam a mineração a partir de suas próprias ações, como verificamos na resposta da aluna Thaina: *"Frearmos o nosso consumismo desesperado em consumirmos tantos minérios, e, reciclar, reutilizar e reaproveitar os nossos produtos"*. Foram verificadas 18 respostas condizentes com questões que, de fato, o estudante, enquanto cidadão, poderia contornar para reduzir impactos ambientais decorrentes da mineração. Algumas falas foram: reciclagem, reutilização, descarte correto e ainda o fim da compra de pedras preciosas, citada por um aluno. Foi possível verificar que a discussão que envolve o tema "mineração" e a visão de como nós, consumidores, podemos contribuir para esta cadeia de exploração mineral em reflexo às nossas ações cotidianas de compra e venda que retratam interesses econômicos e globais, impactaram os estudantes. Discussões sobre reciclagem, a partir do debate sobre a mineração ser um recurso não renovável, repercutiram nas respostas dos estudantes.

A subcategoria *Mineração e impactos,* emergida na resposta de 10 estudantes, foi delineada ao fato dos estudantes somente atribuírem à mineração a solução dos problemas, isentando-se de seu papel como cidadãos ativos e responsáveis pelo seu entorno, como ressaltada a resposta do estudante Hector "*Parar de minerar*". Percebemos a não correlação dos estudantes em relação ao envolvimento em que ele, enquanto consumidor, faz parte e, desse modo, como suas ações poderiam favorecer a prática depredativa ou tendenciar o mercado para ações mais sustentáveis. Elencamos como um distanciamento do envolvimento do sujeito para com a sociedade, apesar de ter sido evidenciado inicialmente a relação de vários produtos de nosso cotidiano com a mineração. Classificamos essa subcategoria como uma visão positivista em que a ciência e a tecnologia são vistas como fatores determinantes para uma evolução real, conforme Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) retratam. Cabe destacar que esta visão estereotipada sobre a relação Ciência e Tecnologia (C&T) mostra que ambas trarão somente benefícios à humanidade e torna-se perigosa à medida que a sociedade somente aceita o conforto que elas podem proporcionar. Desse modo, desloca C&T de seu contexto social e suas implicações éticas e políticas.

Cabe destacar que esta visão estereotipada sobre a relação Ciência e Tecnologia (C&T) mostra que ambas trarão somente benefícios à humanidade e torna-se perigosa à medida que a sociedade somente aceita o conforto que elas podem proporcionar.

Como já destacado, a temática "extração mineral no Brasil" permite estabelecer relações CTS envolvendo aspectos econômicos, ambientais e sociais que possibilitam uma visão mais crítica do cidadão, possibilitando uma ação mais consciente por parte do aluno, como enfatizam os referenciais (Bouzon *et al*., 2018; Santos e Schnetzler, 2003; Santos e Mortimer, 2002; Santos, 2007; Santos e Mortimer, 2009; Pinheiro, Silveira e Bazzo, 2007). Todavia, os resultados demonstraram, nas falas dos alunos, uma ênfase nos aspectos econômicos em relação aos aspectos sociais e ambientais. Este fato pode ter sido reforçado pelo jogo devido à intensidade de enfoque nas questões econômicas em ações como compra e venda de minas de extração. Assim, nas discussões ao longo das aulas, e no próprio desenvolvimento do jogo, poderiam ter sido mais exploradas as questões ambientais e sociais.

b) O jogo Mineropólio em sala de aula

A análise deste tópico foi baseada nas falas dos estudantes no decorrer das aulas, bem como nas respostas fornecidas à quarta pergunta do questionário 3: "*Em que o jogo contribuiu no seu aprendizado*?". As respostas dos estudantes foram organizadas em duas subcategorias, sendo elas: ludicidade e caráter educativo.

A subcategoria ludicidade foi designada a partir das respostas de cinco alunos que retrataram a aplicação do jogo em sala de aula como uma ação que permite participação de forma mais ativa e ainda proporciona a diversão. Esse apontamento pode ser observado nas respostas dos estudantes Jorge e Gabriela, respectivamente a seguir: *"Ele é ótimo por conta que saímos de um ambiente repetitivo e chato para um alegre onde pudemos nos divertir aprendendo.", "Contribuiu bastante, é uma forma diferente e motivadora de aprender."*

Durante a aplicação do jogo houve uma procura significativa dos estudantes para esclarecimento de dúvidas sobre o jogo, "minerais peões" ou mesmo conversas com a professora pesquisadora. Esse fato pode ser apoiado na ideia de que o uso de jogos e atividades lúdicas propõe uma forma de diferenciar as aulas proporcionando diversão juntamente com aprendizagem, e podendo tornar mais próxima a relação entre alunos e professores (Soares, 2008 e 2015). Ao final da aula os estudantes queriam continuar jogando. Na outra aula perguntaram se jogariam novamente. Porém, esse caráter lúdico também pareceu exacerbar o jogo, pois apesar da leitura das cartas de SeR na discussão pós-jogo poucos estudantes comentaram alguma carta, nem mesmo as mais lúdicas e presentes no jogo Banco Imobiliário®.

A subcategoria intitulada como caráter educativo foi verificada a partir das respostas de 22 estudantes. A resposta do aluno Carlos nos chamou atenção, pois mostra uma compreensão do objetivo geral do jogo *Mineropólio*: *"Saber sobre o assunto mais profundo e ver a relação que os minerais tem com a química e até ver como funciona a economia"*, além da relação ambiental feita pelo estudante Jean "*Obtive muito conhecimento sobre a extração mineral, transporte, problemas ambientais entre diversos […]*". As falas dos alunos retrataram aspectos CTS, sendo que 20 mencionaram "*minas de extração*", sete citaram especificamente a "*química*", utilizando termos como "*elementos químicos*" e "*composição dos minérios*", nem sempre de forma a salientar sua compreensão, mas relembrando a relação vista com o uso do tabuleiro do jogo.

Em geral, a utilização do jogo *Mineropólio* como recurso didático se tornou significativo, pois demonstrou apresentar um equilíbrio entre a função lúdica e educativa, definidas por Cunha (2012) como essenciais para a produção de um jogo que busca ser adotado em sala de aula. Apesar do jogo adotado ter caráter educativo a utilização das aulas complementares na sequência de ensino foi importante para a compreensão e discussão das relações CTS e da própria aprendizagem sobre os elementos químicos. Ademais, a mediação dessas discussões pelo professor se tornou peça-chave para a aprendizagem dos alunos.

Em geral, a utilização do jogo *Mineropólio* como recurso didático se tornou significativo, pois demonstrou apresentar um equilíbrio entre a função lúdica e educativa, definidas por Cunha (2012) como essenciais para a produção de um jogo que busca ser adotado em sala de aula.

c) Relação dos elementos da Tabela Periódica com o cotidiano

Esta categoria foi delineada a partir das respostas dos estudantes ao questionário 2 e 3, mais especificamente nas questões 5 e 6 respectivamente: "*Os elementos químicos podem ser encontrados na natureza isolados conforme estão dispostos na Tabela Periódica*? *Justifique sua resposta.*" e "*Cite 3 elementos químicos que podem ser encontrados no seu cotidiano e são obtidos da mineração"*.

Em relação ao questionário 2, 20 alunos identificaram elementos químicos no tabuleiro do jogo correlacionando a um estado brasileiro em que é possível obtê-lo, bem como o nome da mina de extração, fator que pode ter influenciado na ampliação de suas visões sobre o processamento dos minerais até se tornarem produtos em nosso cotidiano e situando elementos químicos em nosso cotidiano.

As respostas para questão 5 demonstraram certa confusão na distinção entre minerais e elementos químicos, como no exemplo do estudante Carlos: *"Sim pois cada um tem sua própria composição química*." Os termos, composição química e elemento químico, podem ter gerado confusão devido à falta de conceituação de ambos de forma comparativa, assim apesar de apontarem para uma compreensão química não houve a efetiva compreensão da linguagem química. Dois estudantes fizeram a distinção utilizando palavras como "*extraímos o que queremos*", para se justificarem. Esses sujeitos também fizeram correlação com outras discussões ocorridas em outros momentos na sala. Por exemplo, a aluna Carolina: *"Não, os elementos químicos são encontrados "misturados" na natureza, onde são conhecidos como minerais."* e o aluno Hiago: *"São encontrados juntos, menos os gases nobres que podem ser encontrados isolados, são encontrados juntos como por exemplo C_2F_2 (fluorita)."*

A partir das respostas apresentadas acima para as questões 5 e 6 verificamos que os alunos não só fizeram o paralelo entre a Tabela Periódica e o seu cotidiano como também entre os minerais e sua composição química, conforme foi exemplificado pela descrição da fluorita e a relação da aluna Carolina. As respostas se aproximaram da proposta da sequência de aulas ministrada, contemplando a verificação dos elementos químicos no cotidiano do estudante na forma de minerais e, ainda, que os elementos químicos que compõem estes minerais estão "*combinados*" de alguma forma como retratado pelo aluno Enzo: "*Não, pois na formação do minério, outros elementos acabam se fundindo com ele, criando outros tipos de compostos*."

Para a questão 6 verificamos que 10 estudantes citaram um exemplo que não retratava um elemento químico, por exemplo, ametista, latão, amianto etc. Os elementos químicos mais citados foram: ferro (23), alumínio (12), cobre (12), ouro (10) e silício (3). Notamos que todos estes estavam presentes no tabuleiro do jogo e poderiam ter influenciado as respostas.

Em geral, ao longo das aulas, verificamos que os estudantes demonstraram ter dificuldades em reconhecer elementos químicos na forma em que são encontrados na natureza, nos produtos e como estão dispostos na Tabela Periódica. Isto ocorreu mesmo após algumas aulas de discussão dessa abordagem. Inicialmente, na turma 1, o aluno Enzo demonstrou fazer distinção entre minerais, composição química e elementos químicos. No entanto houveram discussões, como no caso em que a aluna Denise, exemplificou a existência do Oxigênio isolado na natureza.

Foi possível verificar que os estudantes têm algumas concepções de ligações químicas que se confundem em relação às nomenclaturas dadas. Por exemplo: o óxido de ferro retrata a existência de oxigênio e ferro, porém no caso do gás oxigênio somente é mencionado o elemento químico oxigênio atribuindo à aluna o sentido de que este é um elemento químico isolado, sem ligações com outros elementos químicos encontrados na natureza. Outro elemento químico citado e que merece atenção é o ferro, pois pode atribuir a mesma ideia estabelecida pela aluna Denise, de que ele é encontrado isolado na natureza. Essas questões indicam a necessidade de um trabalho em paralelo sobre ligações químicas ou ainda mais comparativo entre os conceitos de elemento químico e composição química como no trabalho de Rocha e Cavicchioli (2005).

Desse modo, visualizamos que estas discussões favoreceriam a compreensão por parte dos alunos da nomenclatura de um produto e a distinção da sua composição química. Mesmo após a aplicação do jogo com a verificação de várias composições químicas dos "minerais peões", e desse modo, a "combinação" entre diferentes elementos químicos, ainda verificamos uma concepção errônea dos estudantes, tanto pela não identificação de mineral composto por diferentes elementos químicos quanto à definição do que é um elemento químico. Conforme Santos e Mortimer (2009) destacam, ao se trabalhar com temas sociocientíficos podem emergir diferentes assuntos e dúvidas entremeio às discussões, podendo proporcionar incompreensões por parte dos alunos. Tal fato pôde ser constatado nos resultados discutidos anteriormente. Nesse contexto, salientamos a necessidade de um novo delineamento da sequência de ensino pelo professor.

Diante do que foi apontado neste artigo notamos que as problematizações realizadas na sequência de ensino impulsionaram a discussão de diferentes perspectivas acerca dos fatores que englobam a mineração no Brasil apontando fatores mais econômicos e, em outras respostas, mais aspectos ambientais.

Considerações finais

As discussões em sala de aula proporcionaram a participação de diferentes alunos e favoreceram o envolvimento nas discussões, principalmente pelo fato de trabalhar um tema próximo ao cotidiano dos mesmos. O jogo e a sequência de ensino também contribuíram para uma visão mais ampla sobre fatores ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais relativos à ciência e à tecnologia, denotando a sua inerência à atividade científica.

Em geral, as respostas dadas pelos alunos retrataram tanto aspectos lúdicos quanto educativos do jogo, indicando que, de fato, há um potencial em se trabalhar com o jogo *Mineropólio* durante as aulas de Química. As cartas de SeR, quando problematizadas, podem instigar nos estudantes discussões que extrapolem o jogo e façam contrassensos entre o jogo e a realidade, além de possibilitarem um debate em torno das relações CTS com a extração mineral.

Diante do que foi apontado neste artigo notamos que as problematizações realizadas na sequência de ensino impulsionaram a discussão de diferentes perspectivas acerca dos fatores que englobam a mineração no Brasil apontando fatores mais econômicos e, em outras respostas, mais aspectos ambientais. A maior parte das discussões de cunho CTS aconteceu na sequência de ensino, sendo necessária essa abordagem junto ao jogo. Notamos o potencial neste recurso didático para uma maior exploração das questões ambientais. Neste ponto cabe destacar a importância do professor enquanto mediador das discussões em sala de aula e o estreitamento da relação com a turma durante a aplicação do jogo. Consideramos que uma abordagem mais satisfatória em relação à aprendizagem dos alunos poderia ocorrer se eles já tivessem tido discussões que permeassem o conceito de ligações químicas. Em trabalhos futuros reconhecemos a potencialidade do jogo *Mineropólio* ser abordado em uma perspectiva interdisciplinar envolvendo diferentes áreas do conhecimento, como por exemplo: a Geografia, a Sociologia e a Química.

Eduarda Giese (giese.eduarda@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente atua como professora de química da educação básica. Blumenau, SC – BR. **Fernanda Luiza Faria** (fernanda.faria@ufsc.br), docente do quadro permanente da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. Atua no Departamento de Ciências Exatas e Educação do Campus Blumenau. Possui graduação em Química (licenciatura e bacharelado) pela Universidade Federal de Viçosa. Mestrado e doutorado em Química, área de concentração em Educação Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Blumenau, SC – BR. **José Wilmo da Cruz Júnior** (jose.w.cruz@ufsc.br), bacharel em Química pela Universidade Federal de Alfenas (2007), mestre em Química Inorgânica pela Universidade Federal de São Carlos e doutor em Ciências, área de concentração: Química Inorgânica, pela Universidade Federal de São Carlos. Atualmente é Professor Adjunto A1 na Universidade Federal de Santa Catarina. Blumenau, SC – BR.

Referências

BELO HORIZONTE. *Arquivos do museu de história natural e jardim botânico*, v. 24, n.1, UFMG, 2015. Disponível em: https://www.ufmg.br/mhnjb/wp-content/uploads/2017/02/Vol24n1.pdf, acesso mar. 2018.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

BOUZON, J., BRANDÃO, J. B., DOS SANTOS, T.C.; CHRISPINO, A. O ensino de química no ensino CTS brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. *Química Nova na Escola*, v. 40, n.3, 214-225, 2018.

CUNHA, M. B. da. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*, v. 34, n.2, p- 92-98, 2012.

FRANCO, M. L. P. B. *Análise de conteúdo,* (2 ed.), Brasília: Liber Livro, 2005.

KISHIMOTO, T. M. (Org.). O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, T. M. *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*, 14. ed, 134-586, São Paulo: Cortez, 2017.

MARINI, O. J. Potencial Mineral do Brasil. In: MELFI, A. J., MISI A., Campos, D. A., CORDANI, H. G., (Orgs.), *Recursos Minerais no Brasil: problemas e desafios*, p. 19-31. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências; Vale S.A, 2016.

ROCHA, J.R.C.; CAVICCHIOLI, A. Abordagem alternativa no aprendizado de conceitos químicos. *Química Nova na Escola*, n. 21, 29-33, 2005.

SANTOS, W. L. P.; Contextualização no ensino de ciências

por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, p.1-12, nov. 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Revista Ensaio*, v. 2, n. 2, 110-132, 2002.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, 191-218, 2009.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania* (3. ed.). Ijuí: Unijuí, 2003.

SOARES, M. H. F. B. (Ed.) *Jogos para o Ensino de Química: teoria, métodos e aplicações*. Guarapari: Ex Libris, 2008.

SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química* (2 ed.) Goiânia: Kelps, 2015.

Abstract: *Mineropoly: a playful activity proposal for the study of the Brazilian mineral potential, in high school.* This study investigated the potential and limitations of the game entitled *Mineropólio* while approaching the subject of mining in Brazil's High School Chemistry classes, teaching how these resources promote discussions in the STS perspective. The game was played in a sequence of classes and applied in two classrooms of a public school in Blumenau, Santa Catarina. Participant observation of classes, students' questionnaires and audio recordings were used as research instruments. The collected data was interpreted using Content Analysis. Students perceived the game *Mineropólio* as a fun and enjoyable strategy with great learning potential. The students highlighted economic, environmental, and social factors related to mining in Brazil between the chemical composition of the minerals and their applications. However, even after discussions in class, some students have shown difficulties distinguishing between chemical compositions and chemical elements, indicating the need of broadening this theme.
Keywords: didactic game, STS approach, chemistry teaching