



MINEROPÓLIO: A CONSTRUÇÃO DE UM JOGO DE TABULEIRO PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE ELEMENTOS QUÍMICOS

Mineropoly: the construction of a board game for the contextualization of the teaching of chemical elements

Mineropolia: la construcción de un juego de tablero para la contextualización de la enseñanza de elementos químicos

Resumo: Este artigo apresenta o desenvolvimento de um jogo de tabuleiro intitulado *Minerópolis*. Elencamos as diretrizes que alavancaram sua idealização e o contexto que levou a sua construção, embasados na temática da mineração no Brasil e o Ensino da Química. Em uma breve revisão de literatura sustentamos as bases que orientam esse trabalho envolto em Mineração no Brasil; Abordagem da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Jogo didático. As etapas da elaboração do jogo *Minerópolis* e as diferentes possibilidades de seu uso foram detalhadas neste artigo de forma a inspirar outros professores, bem como o manual de orientação ao professor. O *Minerópolis* foi aplicado em uma turma de Química Inorgânica I e também em duas turmas de primeiro ano do ensino médio público. Entretanto, neste artigo não temos como enfoque a aplicação no ensino médio e sim, suas possibilidades de aplicação no ensino superior e na educação básica. O jogo apontou como possibilidades a contextualização do ensino de elementos químicos, além de discussões que permeiam o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, tanto na perspectiva econômica quanto ambiental. No ensino médio, após a aplicação do jogo, os estudantes utilizaram este recurso didático como base e construíram novas cartas a partir de suas próprias pesquisas, trazendo uma nova abordagem para o jogo *Minerópolis*.

Palavras-Chave: Ensino de Química; Mineração; Jogo didático.

Abstract: This article presents the development of a board game entitled *Minerópolis*. We listed the guidelines that leveraged its idealization and the context that led to its construction, based on the theme of mining in Brazil and on the teaching of chemistry. In a brief literature review, we support the foundations that guide this work involving Mining in Brazil; Approach to Science, Technology and Society (STS) and Educational Game. In order to inspire other teachers, this article presents detailed stages of preparation of the game. The *Minerópolis* was applied in an Inorganic Chemistry I class, and applied in two first year classrooms of a public school. The game pointed out possibilities the contextualization of teaching of chemical elements, in addition to discussions that permeate the development of science and technology, both from an economic and environmental perspective. After the game application, students were inspired by this teaching resource, and were able to build new letters from their own research, bringing a new approach to the game *Minerópolis*.

Keywords: Chemistry teaching; Mining; Didactic game.

Resumen: Este artículo presenta el desarrollo de un juego de mesa llamado *Mineropoly*. Enumeramos las pautas que aprovecharon su idealización y el contexto que condujo a su construcción, basado en el tema de la minería en Brasil y la enseñanza de la química. En una breve revisión de la literatura, apoyamos las bases que guían este trabajo involucrado en Minería en Brasil; Enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y Juego Educativo. Las etapas de preparación del juego y la aplicación se detallaron en este artículo para inspirar a otros maestros. El *Mineropoly* fue aplicado en una clase de Química Inorgánica I y aplicado en dos clases de primer año de secundaria pública. El juego señaló como posibilidades la contextualización de la enseñanza de elementos químicos, además de discusiones que impregnan el desarrollo de la ciencia y la tecnología, tanto desde una perspectiva económica como ambiental. Después de aplicar el juego, los estudiantes se inspiraron en este recurso de enseñanza y construyeron nuevas cartas a partir de su propia investigación, aportando un nuevo enfoque al juego *Mineropoly*.

Palabras clave: Enseñanza de la química; Minería; Juego educativo.

AUTORES:

EDUARDA GIESE¹

ORCID 0000-0003-2855-6521

¹Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)

FERNANDA LUIZA DE FARIA²

ORCID 0000-0002-3326-9204

² Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

JOSÉ WILMO DA CRUZ JÚNIOR³

ORCID 0000-0001-7063-8980

² Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)



Para citar este artigo:

GIESE, E.; FARIA, F. L.; CRUZ JÚNIOR, J. W. *Minerópolis: a construção de um jogo de tabuleiro para a contextualização do ensino de elementos químicos. Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, Foz do Iguaçu, v. 4, n. 1, p. 95-113, jan./jul., 2020.





INTRODUÇÃO

Em uma atividade da disciplina de Mineralogia, oferecida em um curso de Licenciatura em Química, foi proposto pelo professor o desenvolvimento de um material didático sobre temas sorteados. Ao grupo, no qual um dos autores deste artigo participou, ficou designado o desenvolvimento de um material que retratasse o Potencial Mineral do Brasil. Durante as atividades de leitura do material indicado (MARINI, 2016) e participações nas apresentações dos demais grupos que abordaram alguns minerais encontrados no Brasil, foi possível obter uma visão mais abrangente sobre a importância da mineração para o país. Neste movimento de leituras, apresentações e fazendo reflexões a partir dos estudos teóricos do âmbito do ensino da Química, verificamos a temática mineração como uma importante discussão para ocorrer dentro de sala de aula, ainda no Ensino Médio. Isso porque este percurso formativo busca formar cidadãos que atuem com consciência do meio em que vivem (BRASIL, 1996). Diante disso, a construção e aplicação do jogo *Mineropólio* se tornaram objetivos do trabalho de Conclusão de Curso de uma licencianda em química, autora deste trabalho, a qual foi orientada por dois professores do curso, também autores desse artigo.

Ao longo da realização deste trabalho, foram realizadas várias leituras de referenciais teóricos os quais nos debruçamos a discorrer neste momento. Nesse sentido, trazemos discussões teóricas a respeito da mineração, do uso e elaboração de jogos didáticos no ensino da química e da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Conforme Bouzon et al. (2018) aponta, normalmente quando nos referimos a Química, para o público em geral, obtemos repulsa, fato que pode estar atrelado à dificuldade desses indivíduos na compreensão do seu conteúdo. O que pode estar atribuído ao fato de nem sempre a química ser relacionada com o cotidiano do aluno, em sala de aula. Ademais, é comum em diferentes referenciais teóricos, a afirmação de que o ensino da química tem se pautado na transmissão de conhecimentos com foco na memorização. Conforme problematiza Chassot (2016, p.26), “[...] se educar é fazer transformações, não é com transmissão de informação que chegaremos lá”.

A BNCC (BRASIL, 2018) é organizada em áreas do conhecimento e descritas competências e habilidades específicas. No contexto da Química podemos alinhar o estudo dos minerais com a habilidade de (EM13CNT101) analisar e representar “[...] as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos [...] que priorizem o uso racional dos recursos naturais” p.555. O tema mineração também surge no texto como uma proposta para o trabalho da competência específica 3 que delinea “Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais” [...] (BRASIL, 2018, p. 558).

Refletindo sobre o tema minerais e reconhecendo sua presença em nosso dia-a-dia destacamos a definição dada por Klein e Dutrow (2017, p. 27):

Os minerais e seus derivados químicos estão em todos os lugares. Caminhamos sobre eles (ao longo de praias arenosas ou cadeias de montanhas), os vestimos (como joias), lavamos nossas roupas com eles (como tensoativos em detergentes) e os utilizamos quando escovamos nossos dentes (como abrasivos no creme dental). Eles trazem eletricidade para nossas moradias e fornecem os materiais de construção de nossas casas e escolas. Sem os minerais, não teríamos uma Terra sólida onde pudéssemos viver e não haveria nosso atual sistema econômico (KLEIN; DUTROW, 2017, p. 27).

Comumente notamos o interesse pelas “pedras preciosas”, que possuem um destacado valor agregado. Mas além disso, também é comum ver nos noticiários várias situações que envolvem minas de extração, principalmente rompimento de barragens de rejeitos causando tragédias. Estes fatos nos levam a questionar qual a necessidade de continuar minerando com aparentemente tantos empecilhos.



A atividade mineradora no Brasil transcorre todo o território brasileiro. Temos, por exemplo, a Mina de Ametista no Rio Grande do Sul, a Mina de Hematita (Ferro) em Pernambuco, a Mina de Carvão em Santa Catarina, a Mina de Esfarelita (Zinco) no Mato Grosso, a Mina de Silvita (Potássio) no Amazonas, entre outras. Há, portanto, uma grande variedade de minas com atividade mineradora no Brasil, o que destaca a importância de discussões acerca deste tema ainda na educação básica.

Visualizamos o tema potencial mineral do Brasil com capacidade de promover variadas discussões, no âmbito do ensino de química, iniciando pelo reconhecimento de variados minerais em solo brasileiro. Os processos da formação do solo interligados à formação de minerais permitem a contextualização de como os elementos químicos estão presentes e influenciam nosso cotidiano, por exemplo. A análise da atividade mineradora, apoiada na relevância econômica, pode relacionar a economia global e o desenvolvimento do país. Desse modo, perpassando pela variedade de minerais que se pode extrair, é relevante a partir desta temática, discutir, em sala de aula, de que forma os minerais são extraídos e utilizados, bem como qual sua contribuição na geração de empregos e possíveis impactos ambientais decorrentes desta atividade.

Nesta perspectiva, é importante analisar até que ponto uma comunidade pode influenciar nas decisões para implementação da extração mineral. Casos como extração e reciclagem podem e devem ser discutidos dentro das salas de aula como forma de promover a relação de cidadão responsável e a sociedade. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (BRASIL, 2018, p. 549).

Buscando a formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade, a temática de mineração, no âmbito do ensino de ciências/química, permite o enfoque não só sobre a eficácia e utilidade dos produtos originários da atividade mineradora para os fins que se desejam, mas também o alerta sobre ser um recurso não renovável, seus impactos ambientais, efeitos na saúde pela obtenção e processamento desses materiais, valor econômico e questões éticas correlacionadas a sua produção e comercialização (SANTOS; MORTIMER, 2002). Diante disso, a discussão sobre a mineração se torna uma temática propícia para uma abordagem CTS, possibilitando possíveis discussões que remetem ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia no âmbito social.

Até o presente momento, destacamos sobre a possibilidade de abordagem da temática extração mineral no Brasil, em aulas de Química, permeando uma abordagem CTS. Ainda nesse caminho, trazemos como recurso didático para apoiar esses dois alicerces, o jogo didático, mais especificamente, o jogo *Mineropólio*. Diante disso, este artigo tem como objetivo apresentar a elaboração do jogo *Mineropólio*, a flexibilidade de aplicações trazendo nossas experiências no ensino superior e no ensino médio, bem como os produtos finais produzidos pelos alunos do ensino médio e inspirados pelo jogo. Destacamos, nesse estudo, o uso do jogo *Mineropólio*, no contexto do Ensino Médio, como uma atividade que visou favorecer a abordagem da Química no cotidiano, com base na contextualização do ensino e no estudo dos fenômenos da natureza, instigando debates na perspectiva do enfoque CTS.

Mineração no Brasil

Os minerais são encontrados por toda parte e “[...] são os produtos de complexos processos terrestres e planetários que ocorreram em um amplo intervalo de temperaturas e pressões” (KLEIN; DUTROW, 2012, p. 29). A atividade mineradora é destacada como essencial para a sociedade, pois, a partir dela, é possível extrair minerais para a obtenção de variados produtos de nosso cotidiano como mostra a Tabela 1. Assim, a relação entre extração mineral e a intensidade de uso de bens minerais é



considerado um indicador social. A relação entre sociedade e crescimento socioeconômico é dada a partir da necessidade de uso dos produtos obtidos após manufatura de minerais. Nesse contexto, o crescimento da população acaba por se tornar um fator de pressão sobre os recursos minerais, pois segue o ciclo de aumento da demanda do produto, advindo da mineração. Isto se deve ao aumento de consumidores e melhora da qualidade de vida em alguns países. Porém, cabe destacar, que pode ainda coexistir neste ciclo de oferta e demanda de minerais o consumismo (SCLiar, 2013). Com essa análise é possível notar o enlace entre desenvolvimento econômico, qualidade de vida e a extração mineral.

Marini (2016) defende que o Brasil tem elevado potencial mineral, analisando fatores como: extensão territorial, geologia diversificada e pouco estudada, múltiplos ambientes metalogenéticos e baixo investimento na atividade mineradora. O autor atesta a grande chance de descobertas de novos depósitos minerais devido aos fatos constatados anteriormente. O Brasil é exportador de *commodities* minerais sendo considerado uma referência mundial em algumas exportações, dentre as quais o minério de Ferro representa 82%. Ainda com as análises feitas por Marini (2016), com 155 minas de *commodities* minerais de médio e grande portes, considera-se o Brasil como mal projetado na sua metade leste e principiante na Amazônia.

Tabela 1: A extração mineral e obtenção de variados produtos de nosso cotidiano. Relação de substâncias minerais, suas propriedades e uso final.

Substâncias minerais	Propriedades	Uso final
Fosfatos e sais de potássio	Fertilizantes	Agricultura
Urânio, tório	Radioativos	Combustíveis e energia
Manganês, silício, níquel, vanádio, titânio, nióbio	Aumentam a resistência mecânica	Siderurgia
Calcário, argila, gipsita	Cimento	Construção civil
Zinco, titânio, barita, cromo, cádmio, chumbo, ferro, grafita, cobre, estanho	Pigmento de cor para tintas	
Ouro, prata, grupo da platina, gemas	Materiais resistentes, duráveis	

Fonte: Adaptado/extraído de Scliar, (2013, p. 36).

A extração de recursos minerais foi possível devido ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia, contribuindo cada dia mais para a obtenção dos mais variados produtos que esta atividade pode propiciar. A mineração tem acarretado diversas transformações na sociedade contemporânea, refletindo em mudanças nas esferas econômica, política e social. Um importante destaque feito por Scliar (2013), é relativo a necessidade das discussões sobre fatores sustentáveis na mineração pois, apesar das vantagens de produzir bens à sociedade, gerar renda, emprego e riqueza nas regiões onde ocorrem, há também desvantagens como a modificação da fauna e a flora natural, desajuste social e econômico.

A ligação entre a temática mineração e a química foi pensada a partir da verificação da mineração do ouro e da prata, que são facilmente correlacionados com elementos da tabela periódica e com sua aplicação no nosso cotidiano. Com esse enlace notamos que a temática mineração pode oportunizar um olhar contextualizado para o ensino da química a partir da própria composição dos minerais. Diferentes elementos químicos constituintes do mineral trazem diferentes propriedades a esse recurso, assim como aspectos visuais. Podemos notar que os elementos como Silício (Si) e Oxigênio (O) estão presentes em diversos minerais como no quartzo (SiO_2), ametista $\text{Fe}(\text{SiO}_3)$ e esmeralda ($\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$). A diferença entre cada um desses minerais é dada pela composição química, ou seja, pela presença de outros elementos químicos, como na ametista que existe o Ferro (Fe) e na esmeralda que há o Berílio (Be) e o Alumínio (Al). O estudo dos elementos químicos que constitui essas rochas indica um modo de relacionar, em sala de aula, o conteúdo de elementos químicos e a forma em que são encontrados na natureza. Essa correlação também favorece ao ensino de ligações químicas uma vez que salienta uma “combinação” entre diferentes elementos químicos presentes nos minerais.



Abordagem da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

O movimento CTS emerge como uma reflexão a algumas situações visualizadas mundialmente (AULER; BAZZO, 2001). Segundo os autores, em meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi aumentando o sentimento de que não estava havendo um desenvolvimento linear e automático do bem-estar social nos moldes em que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico ocorria. Nas décadas de 1960 e 1970 a ciência e a tecnologia (C&T) passaram a se tornar alvo de um olhar mais crítico devido a degradação ambiental gerada, bem como o vínculo à corrida armamentista ligada às guerras. Dessa forma, C&T passaram a fazer parte do debate político como um objeto.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 72) destacam que “é comum considerarmos a Ciência e a Tecnologia como motores do progresso que proporciona não só o desenvolvimento do saber humano, mas também, uma evolução real para o homem”. Esta visão estereotipada sobre a relação entre Ciência e Tecnologia, mostra que ambas trarão somente benefícios à humanidade e torna-se perigosa à medida que a sociedade somente aceita o conforto que as mesmas podem proporcionar. Desse modo, desloca a Ciência e a Tecnologia de seu contexto social e suas implicações éticas, econômicas, políticas e ambientais.

Uma das esferas que teve influência deste movimento CTS foi o campo educacional, principalmente pela necessidade de preparar cidadãos que possam ser capazes de avaliar e tomar decisões, com entendimento do meio social em que estão inseridos. Desse modo, ressalta-se a importância do enfoque CTS com relação aos questionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico-tecnológico e social e, com destaque, sua relevância para o Ensino Médio (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

No contexto escolar, tem se tornado primordial trabalhar aspectos que favoreçam o enlace entre os alunos e seu cotidiano, principalmente a partir dos aspectos relacionados à Ciência e a Tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2002), visando contribuir para um ensino que promova a formação para o exercício da cidadania. Essa preocupação tem se estendido ao ensino da Química e demais ciências.

A partir da abordagem CTS é possível problematizar como 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, da prática de mineração com ampliação para sua relação com os avanços da ciência e da tecnologia, suas causas, consequências, os interesses econômicos e políticos, propondo visualizar a ciência como construto humano. Como a atividade mineradora está interligada com o desenvolvimento da sociedade propomos desenvolver a ação reflexiva sobre quem sofre e age com as diversas crises características a esse processo de desenvolvimento.

O Jogo como recurso didático

A atividade lúdica, aplicada ao contexto educacional, surge como uma forma de despertar o interesse dos estudantes e motivá-los ao estudo, favorecendo sua aprendizagem. Ao propor um jogo para ser aplicado em sala de aula, é importante considerar os aspectos que englobam a educação e como se dá a aprendizagem, a fim de alinhar a proposta a um conteúdo. O uso de jogos e atividades lúdicas, no contexto educacional, propõem uma forma de integrar o divertimento à aprendizagem, melhorando a relação professor e aluno, e levando a uma maior participação do aluno em sala de aula (SOARES, 2008).

No contexto teórico, jogo é diferente de atividade lúdica, brinquedo e brincadeira. É difícil definir jogo, conforme Soares e Garcez (2017, p.184) destacam, “[...] podemos identificar e reconhecer determinadas atividades como jogos, bem como atividades lúdicas, por meio das características culturalmente criadas, transmitidas e socializadas em determinado meio social”. Kishimoto (2017) designa a diferença entre jogo e brinquedo a partir da leitura de obras como Brougère (*Le jeu dans la*



pédagogie préscolaire depuis le Romantisme, 1993), Henriot (Sous couleur de jouer – la métaphore ludique, 1989) e Wittgenstein (investigações filosóficas, 1975) em que aponta para o jogo sendo visto como “resultado de um sistema linguístico que funciona dentro de um contexto social; um sistema de regras; e um objeto” (KISHIMOTO, 2017, p. 166). Soares (2015) atribui ao termo jogo, o detalhamento para os três níveis de definição:

- a) É o resultado de um sistema linguístico, isto é, o sentido do jogo depende da linguagem e do contexto social. A noção de jogo não nos remete à língua particular de uma ciência, mas a um uso cotidiano. Assim, o essencial não é obedecer à lógica de uma designação científica dos fenômenos e sim, respeitar o uso cotidiano e social da linguagem, pressupondo interpretações e projeções sociais. Além disso, assumir que cada contexto cria sua concepção de jogo não pode ser visto de modo simplista, como mera ação de nomear. Empregar um termo não é um ato praticado por um indivíduo. Subtendendo-se todo um grupo social que o compreende, fala e pensa da mesma forma.
- b) É um sistema de regras, ou seja, neste caso se permite identificar, em qualquer jogo, uma estrutura sequencial que especifica sua modalidade. [...] São as regras do jogo que os diferenciam. Pode-se jogar buraco ou caixeta, usando-se o mesmo objeto, o baralho. Estas estruturas sequenciais de regras permitem uma grande relação com a situação lúdica, ou seja, quando alguém joga, está executando regras do jogo, mas ao mesmo tempo, desenvolve uma atividade lúdica.
- c) É um objeto, por exemplo, o pião, confeccionado de madeira, casca de fruta, ou plástico, representa o objeto empregado em uma brincadeira de rodar pião, ou seja, o objeto neste caso é algo que caracteriza uma brincadeira (SOARES, 2015, p.34-35).

A atividade lúdica, a partir dos três níveis de definição descritos acima, pode ser estabelecida em relação à diversão e ao uso de jogos “[...] seja qual for o contexto linguístico, com ou sem a presença de regras e sem considerar o objeto envolto nesta ação” (SOARES, 2008, p. 39). Mais propriamente ao nos referirmos a jogos, nos apoiamos na definição dada por Soares:

[...] o jogo pode ser descrito como uma atividade livre, consciente, não-séria, exterior a vida habitual, com desinteresse material e natureza improdutivo, que possui finalidade em si mesma, prazer (ou desprazer), caráter fictício ou representativo, limitação no tempo e no espaço, com regras explícitas e implícitas (SOARES, 2015, p.9).

O jogo com finalidade educativa, conforme descrito por Kishimoto (2017), pode assumir ainda a função lúdica e educativa. Segundo a autora, a função lúdica está relacionada ao caráter de diversão, prazer e até mesmo desprazer, com ressalva a escolha voluntária. A educativa se refere à apreensão de conhecimentos, habilidade e saberes. De acordo com Cunha (2012), deve haver um equilíbrio entre estas funções pois quando a função lúdica está em excesso à função educativa, caracteriza-se apenas um jogo, e do contrário, função mais educativa que lúdica temos um material didático.

Alguns teóricos denominam paradoxo do jogo educativo a maneira como o jogo é aplicado em salas de aula (sem liberdade de escolha dos estudantes). A fim de eliminar ou mesmo minimizar o paradoxo do jogo educativo, Soares (2015) propõe aspectos que podem ser considerados em uma aplicação didática.

- Propomos duas ações: 1) Deve haver consciência do aluno que o jogo utilizado em sala de aula é educativo. Ou seja, não há de fato um problema grave em dizer ao discente que o jogo a ser utilizado naquele momento servirá para se discutir um conceito. [...]
- 2) Liberdade e Voluntariedade em Sala de Aula, ou seja, o aluno deve ser livre para escolher se quer ou não jogar em sala de aula. O professor deve encarar a utilização do jogo como um convite e não como uma obrigação. Se o aluno joga de forma obrigatória, a estratégia passa a ser um material didático comum e não mais um jogo (SOARES, 2015, p.11).



O estudo do jogo e suas implicações pedagógicas e filosóficas têm sido consideradas em torno dos aspectos sociais e da inter-relação entre os participantes (SOARES, 2008). As classificações entre jogos e atividades lúdicas podem ser realizadas a partir dos diferentes graus de interação com o sujeito ou quem os manuseia (SOARES, 2015). Em leitura aos textos de Soares (2015), verificou-se que os autores Chateau (1984) e Legrand (1974), este segundo com base nas análises de Chateau, apresentam classificações para os jogos e atividades lúdicas. A partir da proposta de Legrand (1974), Soares (2015) faz uma tentativa de sistematizar, de forma qualitativa, os níveis de interação entre jogador e jogo. Nesta classificação, a proposta do jogo *Minerópolis* se encaixa no Nível de Interação II em que o autor descreve como sendo uma atividade lúdica, em que será prevalectido o “[...] jogo na forma de competição entre vários estudantes, com um objetivo comum a todos, podendo ou não ser realizado em grupos” (SOARES, 2015, p. 63).

Existem ressalvas quanto ao uso dos termos “jogo didático”, “jogo educativo” e “jogo pedagógico”, porém destaca-se que todos contribuem para:

[...] o aumento de aspectos motivacionais, sociais, colaborativos, e efetivos no ambiente escolar/acadêmico para várias finalidades: i) sanar lacunas geradas durante o processo de ensino e aprendizagem, ii) rever conceitos, iii) promover a aprendizagem ativa, iv) fomentar a curiosidade e v) estimular para a resolução de problemas de modo mais dinâmico e menos formal (não sob o ponto de vista cognitivo, mas sobretudo, sob o ponto de vista prazeroso e instigante que a didatização lúdica pode favorecer aos processos de ensino e aprendizagem) (CLEOPHAS; CAVALCANTI; SOARES, 2018, p. 41).

Nesse aspecto Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) apontam que os jogos Didáticos (JD) e Pedagógicos (JP) são ramificações de uma subcategoria de Jogos educativos pois ambos podem ser utilizados como instrumento de apoio à prática pedagógica. Assim, a intenção pedagógica criteriosamente delineada ocorre tanto no JD quanto o JP porém se diferenciam quanto ao seu uso na prática docente mais especificamente no grau inédito da proposta. “O JD pode ser utilizado para iniciar a construção de conhecimentos enquanto o JP é utilizado para reforço perante a compreensão de distintas habilidades e competências necessárias à apropriação cognitiva de algum conteúdo ou tema” (CLEOPHAS; CAVALCANTI; SOARES, 2018). A partir dessa análise delineamos o jogo *Minerópolis* como um jogo didático que busca explorar o conteúdo sobre mineração no Brasil e mais especificamente composição química dos minerais com enfoque em elementos químicos no cotidiano a partir do jogo de tabuleiro e ações realizadas pelos jogadores no decorrer da atividade.

Nossa pretensão com este jogo de tabuleiro é reafirmar a busca citada por Chassot (2016, p.109) em que “[...] temos que formar cidadãs e cidadãos que não só saibam ler melhor o mundo onde estão inseridos, como também, e principalmente, sejam capazes de transformar este mundo para melhor”. Assim, a partir do jogo *Minerópolis* busca-se um ensino pautado na criticidade com um enfoque CTS, a partir das problematizações trazidas no decorrer das jogadas e ampliando para discussões ao longo de uma sequência de aulas.

METODOLOGIA

A construção deste jogo, desde sua origem, visou a aplicação na sala de aula, em especial com abordagem no ensino médio. Porém, no decorrer da sua construção foram observadas outras formas de abordagens para o jogo desenvolvido. Neste artigo apresentamos algumas das formas que foram exploradas com o jogo *Minerópolis* visando inspirar outros professores.

O foco deste artigo está no detalhamento da construção do jogo *Minerópolis*, no manual de instrução para o professor, nas diferentes abordagens utilizando o jogo no ensino superior e nos produtos gerados pelos alunos da educação básica, após a aplicação do *Minerópolis*. Isso porque em relação à aplicação desse recurso didático no ensino médio, foi publicado recentemente o artigo (GIESE; FARIA; CRUZ, 2020), que se debruça mais sobre as potencialidades de aprendizagem e as



relações CTS. Os critérios de análise utilizados para avaliar a qualidade deste jogo em relação ao seu potencial didático foram considerados a partir da compreensão dos estudantes sobre os elementos químicos “combinados” em minerais. O aspecto lúdico foi considerado a partir do tempo de jogo, dinâmica e interação entre os jogadores. Também foi utilizado como critério, as relações entre ciência, tecnologia e sociedade reconhecidas a partir da temática da extração mineral.

A seguir, desmembramos os relatos das experiências nos tópicos: Abordagem do jogo no ensino superior; Abordagem do jogo em turmas do ensino médio; e A reelaboração das cartas de SeR pelos estudantes do Ensino Médio.

Abordagem do jogo no ensino superior

Com a finalidade de ser avaliado, o jogo *Mineropólio* foi aplicado em uma turma de Química Inorgânica I da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) da cidade de Blumenau – SC. A aplicação foi proposta como meio de verificar a jogabilidade, tempo de jogo e possíveis falhas de escrita ou mesmo identificar pontos a serem melhor explorados. Esta turma foi escolhida como uma proposta para a discussão da mineração no Brasil no entremeio a seu ensino sobre tabela periódica. Foram utilizadas duas aulas de 40 minutos para aplicação do jogo e, nessas aulas, foi apresentado o jogo, seu objetivo e ainda foram discutidos alguns aspectos referentes à mineração no Brasil.

Para auxiliar na identificação, dos fatores relativos ao jogo, foi aplicado um questionário que permaneceu com os estudantes desde o início e foi sendo preenchido no decorrer da aula e dos apontamentos da pesquisadora. Havia perguntas iniciais para identificar as concepções prévias dos estudantes sobre mineração bem como posteriores ao jogo.

Abordagem do jogo em turmas do ensino médio

O jogo foi aplicado em duas turmas de primeiro ano de uma escola pública. O jogo *Mineropólio* foi inserido dentro de uma sequência de aulas, as mesmas aconteceram nas turmas em dias diferentes. A aplicação da sequência, na primeira turma, possibilitou reelaborar a forma de abordar os conteúdos ou mesmo repensar as interações com os estudantes. Na primeira turma, a sequência de aulas foi estruturada em seis aulas, já a segunda contou com oito aulas. Devido ao número de aulas necessárias para a aplicação da sequência, foi necessário contar com a parceria de diferentes professores e disciplinas para a obtenção de aulas geminadas. A proposta foi aplicada após os alunos terem visto o conteúdo da Tabela Periódica.

A abordagem dos conteúdos ocorreu a partir da explicitação da proposta e convite aos estudantes, para jogarem. Em seguida, foi realizado o levantamento de concepções prévias dos estudantes. Nas aulas seguintes, entre cinco ou sete dependendo da turma, foram realizadas discussões sobre minerais e sua transformação em diferentes produtos presentes em nosso dia-a-dia. Ademais foi discutido sobre os minerais e sua relação econômica com o desenvolvimento do país, trazendo o conceito de *commodities* minerais.

Neste percurso, foi antecipado como seria feita a aplicação do jogo mais especificamente as regras deste recurso, a fim de oportunizar maior tempo de jogo no próximo encontro. Na aplicação do *Mineropólio*, foi trabalhada a identificação, no tabuleiro do jogo, de algumas minas e estados brasileiros de extração, correlacionando a um elemento químico que poderia ser obtido da natureza, de forma a promover a reflexão sobre a composição dos minerais com “combinação” entre elementos químicos. O jogo foi aplicado em duas aulas geminadas, sendo os estudantes separados em cinco grupos de sete alunos, fazendo com que todos jogassem como banqueiro ou jogador.



Após a aplicação do jogo, foram aproveitadas as cartas de SeR¹ retiradas pelos alunos, com a finalidade de trazer para sala de aula, um debate das relações CTS trazidas nas cartas. Uma das discussões feitas, neste momento, foi sobre o caso do rompimento da barragem em Bento Rodrigues, subdistrito da cidade de Mariana/MG.

A reelaboração das cartas de SeR pelos estudantes do Ensino Médio

Uma proposta concomitante a aplicação do jogo *Mineropólio*, foi referente ao uso do jogo para os estudantes desenvolverem e apresentarem projetos propostos na escola como atividade escolar. Essa ideia partiu dos alunos, que se inspiraram no jogo *Mineropólio*. Este projeto envolvia várias disciplinas e auxiliaria os estudantes quanto a obtenção de notas. Cada grupo de alunos escolheu o tema a ser desenvolvido, dentre as opções fornecidas pelos professores da escola. A partir desse tema, os estudantes desenvolveriam uma apresentação para a comunidade escolar. Os trabalhos apresentados pelos alunos, inspirados no jogo *Mineropólio*, foram analisados por nós, a fim de compreender outras aprendizagens desses sujeitos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Elaboração do Jogo

O *Mineropólio* foi estruturado a partir do jogo de tabuleiro Banco Imobiliário®, marca registrada da companhia de brinquedos Estrela, licenciado do jogo de tabuleiro *Monopoly* da Hasbro. Compõe este jogo: tabuleiro, cartas de sorte ou revés (SeR), cartas de título de propriedade, encarte de regras, peões e dados (Figura 1). O objetivo de ambos os jogos é tornar-se o mais rico dentre os jogadores e dessa forma possibilitar ações como comprar, construir, alugar e vender suas propriedades.



Figura 1: Itens do jogo *Mineropólio*: (a) Títulos de propriedade (b) cartas SeR (c) Encarte de Regras (d) minerais peões. **Fonte:** Autores.

O jogo *Mineropólio* explora os diferentes recursos minerais do Brasil em praticamente todas as regiões brasileiras. O conhecimento do território nacional, a metalogênese e o potencial mineral de

¹ Cartas de Sorte ou Revés - sigla SeR.



cada região, são explorados no jogo de forma lúdica com a possibilidade de compra de minas (Figura 2). Os valores atribuídos à compra das minas foram pensados em relação ao valor de seus *commodities*, assim nos embasamos na abundância do elemento (LEE, 1996) na crosta terrestre como uma forma de prever seus valores respectivos ao jogo Banco Imobiliário.



Figura 2: Informações trazidas nas casas do tabuleiro do jogo *Minerópolis*. Fonte: Autores.

O jogo permite abordar o desenvolvimento sustentável, nos aspectos ambiental, econômico e social. As principais atividades de mineração do solo brasileiro são trabalhadas nesta atividade, após a divisão do Brasil em duas partes: o Brasil Amazônico a oeste e o Brasil Atlântico a leste, que se divide na faixa de dobramento Paraguai-Araguaia. O Brasil do leste engloba as regiões Centro Oeste, Sul, Sudeste e Nordeste e diferencia-se do Brasil Amazônico.

O jogo possibilita abordar o conteúdo de química a partir da composição dos minerais, favorecendo a análise em relação a elementos expostos na tabela periódica (isolados) e como os elementos químicos são encontrados na natureza. Esta perspectiva possibilita discutir o modo como designados elementos químicos de interesse podem ser obtidos, ou seja, perpassar pelos processos de obtenção e separação. Neste caso, exemplos como o uso de mercúrio para a obtenção do ouro podem ser problematizados. Também a visão de elementos “combinados” na natureza pode favorecer as discussões em relação as ligações químicas, valorizando o motivo de seu estudo em relação à observação e explicação de fenômenos naturais.

O objetivo do jogo *Minerópolis* é despertar e desenvolver, por meio de uma atividade lúdica, o pensamento crítico e a discussão sobre a atividade de extração mineral no Brasil; o reconhecimento de regiões com potencial mineral; os impactos positivos e negativos insurgidos pela exploração da atividade mineradora e a relação com a economia do país, a qual é equacionada com base nos aspectos ambientais (impactos e legislação), econômicos (*commodities*) e sociais (o âmbito, situação e/ou características de uma determinada sociedade, assim como, os aspectos culturais, os quais são detalhes que diferenciam um povo e o tornam único). Além disso, o jogo propõe demonstrar, para os jogadores (estudantes), que o envolvimento das empresas com as questões socioambientais pode se transformar em uma oportunidade de negócios, contribuindo para a sustentabilidade, mediante a preservação e conservação dos recursos naturais, assim como, para a melhoria da qualidade de vida das partes interessadas nos negócios propostos pelo jogo.

A perspectiva CTS é contemplada a partir das problematizações trazidas no decorrer das jogadas, mais especificadamente nas cartas de SeR (Figura 3) que englobam o estudo do potencial mineral do Brasil com informações contextualizadas e atualizadas sobre desafios a serem superados na atividade mineradora. A leitura destas cartas, durante o jogo, pode favorecer a discussão de alguns tópicos em sala de aula como na carta de SeR “A” em que é possível fazer a correlação entre até que ponto esta exploração é mesmo uma necessidade ou meramente um interesse econômico, pois de fato temos, nessa região, uma área de preservação ambiental.



A carta de SeR “B” possibilita a discussão de desastres ambientais causados pela mineração, principalmente em relação aos rejeitos que esta prática produz, relevando a discussão sobre o caso da barragem em Bento Rodrigues, subdistrito da cidade de Mariana - MG (2015) e o caso mais recente em Brumadinho - Minas Gerais (2019). Outra carta interessante a ser destacada é a “C” que, em primeira instância, identifica um elemento químico da tabela periódica, o qual se encontra em um mineral. Ademais, a partir dessa carta, é possível expandir a discussão desse elemento químico à sua utilização no cotidiano, a importância de sua reciclagem, uma vez que, exploração de minerais é uma prática não renovável tendo possibilidade de se exaurir. Isto posto, as cartas de SeR exploram não somente a atividade mineradora em si, mas permitem ampliar a visão sobre impactos ambientais, sociais e econômicos através de um enfoque CTS.



Figura 3: Cartas de Sorte ou Revés do jogo *Mineropólio*. Fonte: Autores.

Para a execução do jogo, são utilizados minerais como peões, favorecendo o contato do estudante com estes materiais. Ademais, os minerais como peões permitem problematizar sua composição, a partir de aspectos visuais, e diferenciá-los a partir da composição química. Por exemplo, o quartzo possui, em sua composição, os elementos químicos Silício (Si) e Oxigênio (O), a ametista também, porém visivelmente as cores desses dois minerais são muito diferentes, enquanto o quartzo é incolor, a ametista tem tons de lilás. Dessa forma, é possível indicar que a presença do elemento químico Ferro (Fe), na composição da ametista, contribui para este aspecto. Porém, nem sempre a composição mineral é tão certa, e assim, podem ocorrer diferenças de cores para um mesmo mineral, devido a alteração de alguns elementos químicos constituintes. Este fato também pode ser explorado com a enunciação da composição química e problematização da diferenciação que pode ocorrer pela composição do solo, denotando o fato dos minerais serem extraídos do solo pela atividade mineradora.

Para aplicação do jogo, foram desenvolvidos dois encartes orientativos. O primeiro encarte, denominado como manual de instrução, contempla as regras do jogo *Mineropólio* (Figura 4) quanto à sua jogabilidade, de forma a deixar clara sua forma de utilização pelos jogadores. Este encarte traz explicações sobre o objetivo do jogo, a preparação do jogo e o material para consulta. Na preparação



do jogo explicitamos a separação de material para cada jogador e também as regras do jogo salientando como termina e quem ganha o jogo. Na parte do material para consulta, inserimos a tabela periódica, de modo a favorecer o reconhecimento de elementos químicos presentes nas minas de extração, o mapa do Brasil, indicando a divisão do Brasil Amazônico do Atlântico, e outro mapa para auxiliar na identificação das siglas dos estados brasileiros.

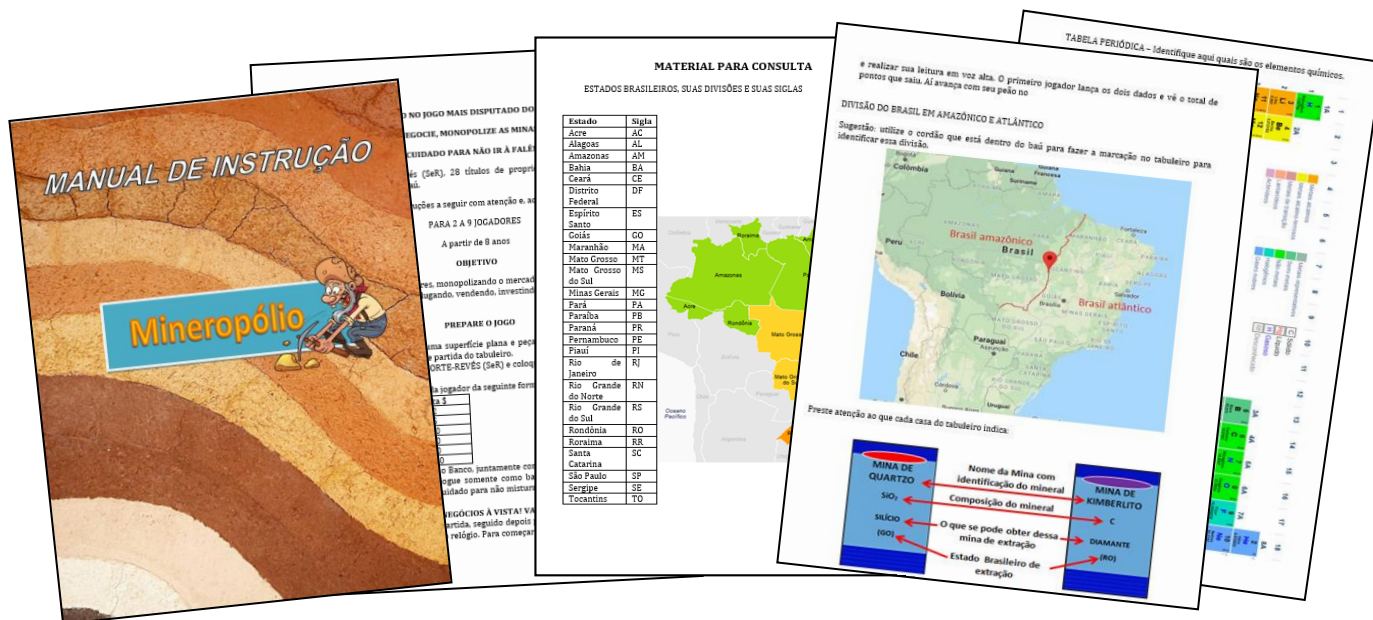


Figura 4: Encarte de regras do jogo. Fonte: Autores.

O segundo encarte (Figura 5) é destinado ao docente da educação básica e foi intitulado como Manual do Professor. Este documento possibilita que o jogo seja explorado, pelo professor, com “[...] conhecimento de suas teorias, métodos e de seu potencial pedagógico, para que conscientemente e deliberadamente possa explorar as habilidades e competências que tais atividades podem propiciar ao estudante” (SOARES; GARCEZ, 2017, p. 185). No encarte, destinado ao professor, propomos sugestões de como organizar a sala de aula para aplicar este jogo, bem como as possíveis discussões que podem ser realizadas a partir de sua aplicação, trazendo ainda, sugestão de número de aulas utilizadas. Esta versão, busca propiciar ferramentas para que o professor consiga utilizar a atividade de modo autônomo em sala, porém relacionado a algum conceito de química. Cabe destacar que não se trata de uma “receita de bolo” e sim de indicações que auxiliem e inspirem o professor na aplicação deste recurso. As páginas recortadas e mostradas na Figura 5, resumem as divisões feitas neste encarte, sendo elas (a) capa, (b) introdução com sugestões de disposição da sala de aula e propostas de discussões em sala anteriores ao jogo, as quais foram pensadas a partir das reflexões das aulas já aplicadas ou reformuladas. As caixas que indicam *link's* são possibilidades de expandir a abordagem da atividade e contemplar maior abrangência de aporte teórico sobre o tema Extração Mineral. Indicado como (c) temos a sugestão de abordagens após o jogo com aproveitamento das cartas de SeR e (d) Referenciais complementares para leitura e reflexão que possibilitem novas formas de abordagem do conteúdo em expansão ao proposto na seção “estudo antes do jogo”.

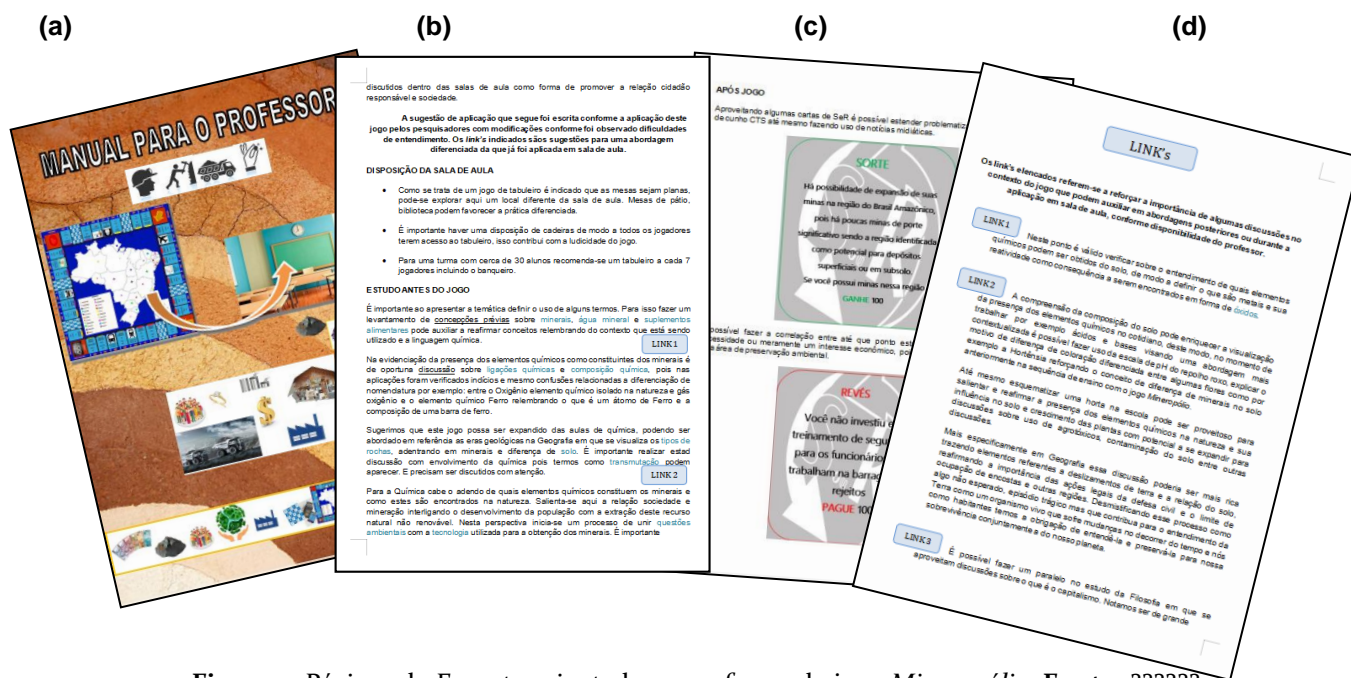


Figura 5: Páginas do Encarte orientado ao professor do jogo *Mineropólio*. Fonte: ??????

Abordagem do jogo no ensino superior

Participaram desta abordagem quatro estudantes, os quais apontaram inicialmente ter pouco conhecimento ou conhecimento superficial sobre a mineração, indicando como função dessa atividade, obter produtos do cotidiano, no entanto sem exemplificar. Foi questionado aos estudantes sobre quais localidades do Brasil possuem atividade mineradora e suas respostas retrataram a mina de Carvão em Criciúma – SC, mas em geral mostraram a não verificação da extensão da mineração no cotidiano, um dos apontamentos feitos foi com “[...] ênfase no centro-oeste”. A visão dos estudantes, anterior a aplicação do *Mineropólio* sobre jogos no ensino de química, foi retratada de forma positiva, como uma forma motivadora e que favorece o trabalho em grupos, a contextualização e o fato de despertar o interesse do aluno. Foi questionado também aos estudantes, sobre quais conteúdos do ensino médio eles observaram com potencialidade de ser explorado com o jogo *Mineropólio* e, em geral, todos retrataram disciplinas, principalmente citando a química e a geografia. Sobre as vantagens em se utilizar esse jogo em sala de aula, os estudantes apontaram como “[...] uma nova abordagem para a química e geografia”, trabalhando estados onde ocorrem extração mineral, importância da exportação de minerais, questões políticas e preservação ambiental. Indicaram ainda que a partir dessa atividade lúdica, dinâmica e interativa, pode-se estudar os elementos da tabela periódica com a colaboração de todos os alunos, contextualizando o ensino.

Após jogarem o jogo *Mineropólio*, foi questionado aos estudantes sobre como enxergavam a mineração no Brasil depois dessa experiência. Os estudantes responderam indicando questões econômicas pouco proveitosas, mencionando sobre as características dos minerais e a utilização na indústria, também indicaram a mineração transcorrendo o país e curiosidades como extração de alguns elementos químicos. Foram apontados ainda alguns aspectos a serem analisados como o tempo de jogo. Para esta aplicação, o tempo que os estudantes passaram jogando não foi suficiente sendo este recurso pouco aproveitado e explorado. Reconhecemos nas respostas destes estudantes que há potencial em contextualizar o ensino de elementos químicos a partir deste jogo de tabuleiro e ainda que podem ser exploradas discussões de cunho CTS, contribuindo para a formação do exercício da cidadania. Para a aplicação no ensino médio foram reestruturados o tempo de aplicação do jogo didático, contextualização e forma de discussão sobre os aspectos CTS.



Abordagem do jogo em turmas do Ensino Médio

Neste tópico apresentaremos como foi organizada a sala de aula e o jogo para seu uso em uma sequência de aulas no ensino médio. Após a experiência com o ensino superior e as dicas obtidas pelos jogadores, alteramos o tempo de jogo e algumas regras para auxiliar na relevância das cartas de SeR no que consiste a proposta CTS.

Cada jogador iniciou o jogo com um valor designado no encarte de regras, para possibilitar a compra e aluguel das minas de extração e companhias de transporte. Cada jogador era representado no tabuleiro por um mineral peão diferente dos demais jogadores da mesa (no que condiz à composição química ou cor). Foram utilizados dois dados numerados de um a seis e as cartas de SeR (28 cartas). Para iniciar a partida, cada jogador retirou uma carta de SeR, incluindo o banqueiro. A retirada desta carta SeR ao iniciar o jogo teve a finalidade de fazer os jogadores prestarem mais atenção às leituras de cada carta retirada durante o jogo. Assim, os alunos deveriam guardar a carta retirada para que a mesma fosse aplicada a um outro jogador, no final da partida (em exceção a si próprio). Esta carta, retirada no início do jogo, também poderia ser trocada com outros jogadores, desde que fosse solicitada a mudança de cartas após ter sido feita a leitura da carta de SeR do jogador com quem queira trocar e antes de ser informado o valor da carta. Após lidas as cartas e não trocadas, as cartas de SeR eram devolvidas novamente para o final do monte de cartas.

Ao final de toda a aplicação da sequência de ensino foi interessante verificar a introdução ao estudo da mineração e a relação feita em conversas paralelas entre os estudantes em que foi verificado a menção ao jogo *Minecraft*³. A partir dessa discussão emergida pelos alunos, tornou proveitoso a enunciação sobre a formação dos minerais. No jogo indicado, a aquisição de diferentes minerais é feita a partir da escavação num mesmo local, o que foi contraposto com a definição científica de como se formam os minerais, visando clarear a concepção de formação rochosa e assim favorecendo a visão de regiões com potencial mineral a partir do estudo do solo.

No jogo *Minecraft* a tecnologia surge como meio para a exploração mineral, com o uso de artefatos. As melhorias nessas ferramentas são conquistadas conforme o jogador adquire mais minerais. Assim, também foi possível debater, durante as aulas, a utilidade da mineração para nós consumidores. Houveram ainda comentários dos alunos sobre a definição de minerais com relação a medicamentos em que notamos ter sido feita a relação com suplementos alimentares. Essa relação foi vista em muitas respostas dos alunos no primeiro questionário, permanecendo em algumas respostas do terceiro questionário, mesmo após o debate em sala de aula. Os exemplos de aplicação de minerais no cotidiano retrataram alguns exemplos sem relevância econômica para o país, mas que exemplificavam um produto advindo da mineração como, por exemplo, estantes de ferro.

A estratégia inicial para o uso das cartas de SeR era dar informações aos estudantes sobre a mineração no Brasil. A proposta da retirada inicial de uma carta e troca, durante o jogo, foi proposto como modo de direcionar a atenção do estudante para o conteúdo destas cartas. Na prática, os estudantes realizaram a leitura em voz alta e trocaram as cartas, porém no momento pós jogo, em que propomos lembrar alguma carta retirada durante o jogo, houve muita dificuldade dos estudantes. A partir disso, reelaboramos a proposta e projetamos algumas cartas de SeR. Ao projetar as cartas de SeR do jogo, pedimos para os estudantes explanarem sobre suas concepções relacionadas ao conteúdo da carta projetada, e, posteriormente essas definições foram problematizadas pela pesquisadora e interligadas a fatos noticiados na mídia. Ademais, foram percorridos dentro da temática questões ambientais, sociais, tecnológicas e científicas.

A partir dos resultados das aulas, notamos que a temática extração mineral no Brasil permitiu estabelecer relações CTS, envolvendo aspectos ambientais, econômicos e sociais (GIESE; FARIA;

³ O *Minecraft* é um jogo aberto onde os jogadores podem decidir por conta própria o que querem fazer. Existem os modos criativo e sobrevivência sendo este último onde os jogadores devem explorar o mundo e minerar seus recursos para comer, ter onde morar e se defender. (MOJANG, © 2009-2018)



CRUZ, 2020). Esta relação por sua vez, pode possibilitar ações mais conscientes dos cidadãos a partir de uma visão mais crítica por parte dos estudantes acerca da temática estudada. Porém, algumas falas dos alunos retrataram uma ênfase, no que se refere à temática da extração mineral, aos aspectos econômicos, sendo pouco explorado os aspectos ambientais e sociais. Notamos que este fato pode ter sido intensificado pelo jogo que possui, em seu formato, aspectos que intensificam a relação econômica, como por exemplo, as ações de compra e venda de minas de extração no Brasil.

Em análise a utilização do jogo *Minerópolis*, como recurso didático, verificamos que a aplicação do mesmo apresentou um equilíbrio entre a função lúdica e educativa do material, sendo estes aspectos essenciais para um jogo que será utilizado em sala de aula (CUNHA, 2012). Apesar de ter sido evidenciado esse equilíbrio, ainda fazemos ressalva ao trabalho com as cartas de SeR. O conteúdo destas cartas é de grande importância para o andamento das aulas e deveriam instigar os estudantes ao debate ou mesmo estimular a curiosidade deles, porém, na prática isso não foi verificado. Este fato pode ser compreendido por duas perspectivas diferentes: primeiramente pode haver a necessidade de repensar a proposta das cartas de SeR ou ainda entender que há dificuldade, por parte do aluno, em perceber o jogo para além do fator lúdico, mas também como um recurso que auxilia na aprendizagem. O que pode estar associada a falta de práticas de jogos em sala de aula que busquem o aprendizado de conteúdos científicos. Neste ponto, cabe destacar que, o caráter educativo do jogo, o qual salientamos anteriormente, está relacionado ao uso de mais aulas para além da aplicação desse recurso didático. Isso porque, essas aulas, oportunizaram mais discussões dos aspectos CTS e de temáticas químicas como a composição dos elementos químicos.

Após algumas aulas de discussões, verificamos que os estudantes demonstraram dificuldades em diferenciar elementos químicos na forma em que são encontrados na natureza, nos produtos e como estão dispostos na Tabela Periódica. Conseguimos analisar em suas falas, que os estudantes já tinham algumas concepções de ligações químicas, o que proporcionou uma confusão em relação às nomenclaturas dadas para o elemento químico isolado e o composto químico.

Ao final da sequência de ensino, notamos que o uso do jogo *Minerópolis* sem as demais discussões referenciadas anteriormente, ou sua abordagem por si só, não é recomendado. Isso porque, as problematizações realizadas na sequência de aulas, oportunizaram a discussão de diferentes perspectivas sobre os fatores que englobam a mineração no Brasil. A aplicação desse jogo, junto aos alunos do ensino médio, possibilitou uma mudança na sequência de ensino, ampliando o leque de discussões e abordagens, dentro da temática de extração mineral. Ademais, os resultados dessa aplicação apontaram dificuldades dos estudantes frente a compreensão das relações CTS e sobre o conteúdo dos elementos químicos, assinalando algumas mudanças necessárias.

Deste modo, as reflexões desta aplicação que foram explicitadas no artigo (GIESE; FARIA; CRUZ, 2020) também foram aproveitadas para estruturar o encarte orientativo ao professor, que foi produzido posteriormente após a experiência de aplicação no ensino superior e médio. Neste documento, trazemos apontamentos de discussões que podem ser aproveitadas não só no âmbito da química como também em outras disciplinas do ensino médio.

A reelaboração das cartas de SeR pelos estudantes do ensino médio

A reelaboração das cartas foi possibilitada após o reconhecimento feito, pelos estudantes, sobre o jogo *Minerópolis* já experienciado nas sequências de aulas aplicadas por um dos autores deste artigo, explicitado na recente publicação Giese, Faria e Cruz (2020). Assim, o jogo serviu de motivação para os estudantes reconstruírem significados sobre a mineração dentro da temática proposta pela escola, em seus projetos. Cabe ressaltar que essa reelaboração não estava prevista na aplicação do jogo *Minerópolis* mas que se tornou oportuna devido ao contexto escolar e motivação para produção deste projeto.

Um grupo de cada turma, na qual foi aplicado o jogo *Minerópolis*, ficaram responsáveis por retratar a mineração, sendo especificamente os temas: a mina de carvão em Criciúma - SC e a



mineração no Centro-oeste do Brasil. Os alunos se basearam no jogo *Minerópolis* e fizeram alterações para atender aos seus temas de pesquisa. Os estudantes modificaram os peões do jogo, a disposição do jogo no ambiente de aplicação e as cartas de SeR. Os alunos tiveram orientação do professor da escola responsável pelo tema do projeto para realização dessas mudanças.

Os peões para o jogo foram modificados para personagens em versão brinquedo, tornando mais lúdica a aplicação. A sala, em que foram dispostos os jogos de tabuleiro, foi preparada com imagens que retratavam melhor seus temas e realçavam aspectos como segurança nas minas e o trabalho dos garimpeiros. Foram desenvolvidas 12 cartas de SeR no grupo de alunos com a temática “Mina de carvão de Criciúma” e 16 cartas para o grupo de alunos com a temática “A mineração no centro-oeste do Brasil”. Observamos na leitura das cartas de SeR desenvolvidas, pelos estudantes, discussões que permearam o enfoque CTS retratando questões sociais como doenças desenvolvidas a partir da mineração, contaminação do solo, informações de estados referência em determinado mineral, *commodities* e segurança em minas a partir do uso de *drones*.

Alguns temas, retratados no grupo responsável pela apresentação da mineração no centro-oeste do Brasil, foram: exportação, emprego e deslocamento populacional, multas e problemas ambientais envolvendo transportes, erosão e alteração do curso d’água, além de doenças adquiridas pela mineração do amianto em Goiás, reconhecimento mineral e história da mineração. Alguns exemplos de cartas de SeR elaboradas pelos estudantes podem ser vistos na Figura 6.

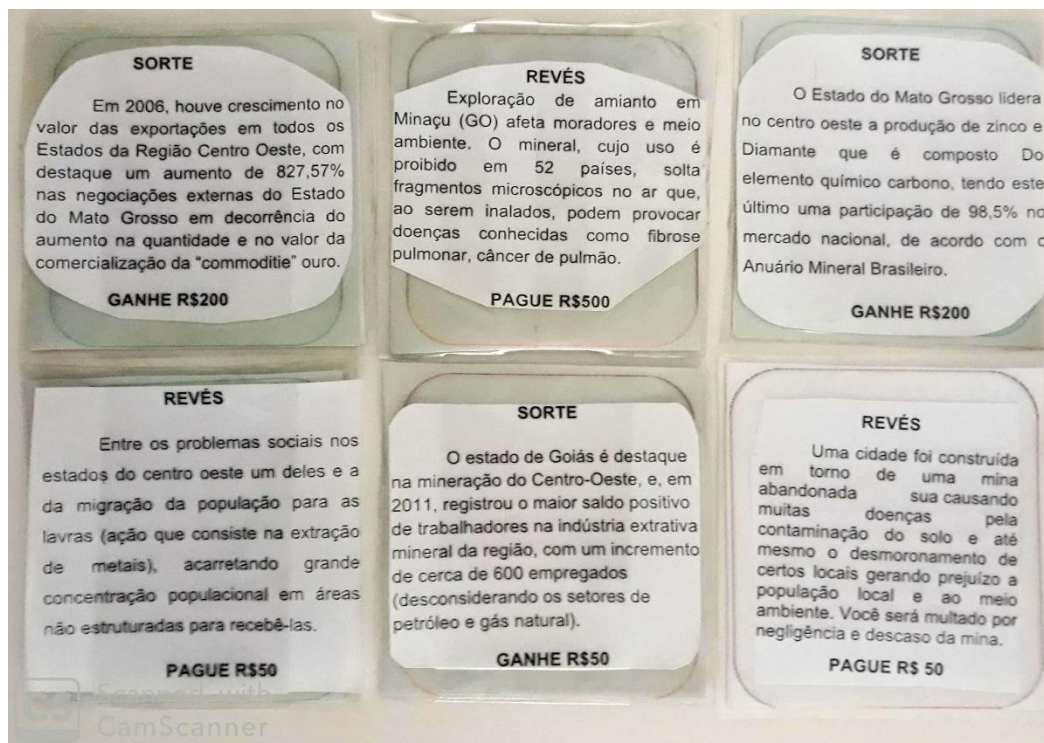


Figura 6: Cartas de SeR da temática Mineração no centro-oeste do Brasil. **Fonte:** Autores.

A abrangência de temas também foi percebida no grupo que retratou a mina de Carvão em Criciúma, sendo citados: Contaminação do solo, mina abandonada e riscos, vantagem no uso energético, formação do carvão, vantagens da exploração, doenças relacionadas ao processo extrativo de minerais, relação entre mineração do carvão e ambiente (Figura 7).



Figura 7: Cartas de SeR da temática mina de carvão em Criciúma - SC. **Fonte:** Autores.

Na apresentação dos jogos, elaborados pelos estudantes à comunidade escolar, primeiro foi explicado o funcionamento do jogo e posteriormente foi disponibilizado o tabuleiro para ser jogado. Porém, devido ao tempo demandado e arranjo de apresentação da sala de aula, somente foi verificado a jogabilidade no grupo que tratou do centro-oeste. No entanto, o grupo referente a mina de carvão foi parte de uma sequência de apresentações dentro de sua respectiva turma, assim a turma inteira falou do sul do país e a mineração ficou inclusa nas explicações. Ambos os grupos falaram alguns aspectos contidos nas cartas de SeR desenvolvidas como parte da apresentação.

Notamos a versatilidade em utilizar o jogo *Minerópolis*, de modo a envolver mais os estudantes tanto para o desenvolvimento quanto para a aplicação do jogo. A ideia de direcionar o trabalho de desenvolvimento das cartas de SeR, pelos estudantes, oportunizou mais familiaridade ao jogo e ao tema estudado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de construção e aplicações do jogo indicaram a necessidade da verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes, pois em vários momentos suas contribuições nos fizeram reformular nossa proposta. Para uma aplicação com enfoque CTS indicamos a necessidade de adotar o jogo dentro de uma sequência de aulas, de modo que esse recurso não tenha uma finalidade em si mesmo e sirva para promover discussões. As cartas de SeR neste ponto são um fator chave e devem ser melhor exploradas.

A partir da experiência com as aplicações do jogo *Minerópolis* notamos que a proposta dos encartes emerge como facilitadores para o uso deste jogo em sala de aula. O encarte de regras, especificamente, foi necessário pela necessidade de se entender como jogar. O encarte orientado ao professor pode contribuir para ampliar a visão dos próprios professores para diferentes modos de se utilizar este recurso em suas aulas, além de oportunizar propostas de como utilizá-lo em outras



disciplinas. Em suma, o manual para o professor oportuniza a esse profissional analisar como aplicar ou ampliar essa proposta, por exemplo, de forma interdisciplinar.

Foi possível notar ainda que o jogo demonstrou versatilidade em sua aplicação tanto pelos diferentes e possíveis contextos de aplicação, como, por exemplo, o aproveitamento deste material como ferramenta para a construção de outras possibilidades de aplicação, pelos próprios estudantes. Por fim, destaca-se que em trabalhos futuros, almejamos adaptar o jogo *Minerópolis*, com a finalidade de que ele seja acessível também a alunos com deficiência visual.

REFERÊNCIAS

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p.1-13, 2001.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**, versão aprovada pelo CNE, 2018. Disponível em:

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2020.

BOUZON, J.; BRANDÃO, J. B.; 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, p.214-225, 2018.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 7 ed., Ijuí: Unijuí, p. 344, 2016.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. Afinal de Contas, é Jogo Educativo, Didático ou Pedagógico no Ensino de Química/Ciências? Colocando os Pingos nos "is". In: CLEOPHAS, M.; SOARES, M. H. F. B. (org.). **Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências**: Teorias de Aprendizagem e Outras Interfaces. São Paulo: Livraria da Física, p. 33-43, 2018.

CUNHA, M. B. 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.

GIESE, E.; FARIA, F. L.; CRUZ, J. W. S. Minerópolis: uma proposta de atividade lúdica para o estudo do potencial mineral do Brasil no ensino médio. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 3, p. 295-305, 2020.

KISHIMOTO, T. M. (Org.). O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, T. M. (Org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 14 Ed, São Paulo: Cortez, cap. 1, p. 134-586, 2017.

KLEIN, C.; DUTROW, B. **Manual de Ciências dos Minerais**. 23. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012,

LEE, J. D. **Concise Inorganic Chemistry**. 5. ed. Hong Kong: Edgard Blücher Ltda, 1996.

MARINI, O. J. Potencial Mineral do Brasil. In: MELFI, A. J. et al. (Org.). **Recursos Minerais no Brasil**: problemas e desafios. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências; Vale S.A., p. 19-31, 2016.

MOJANG ©. **Minecraft**. © 2009-2018. Jogo disponível em plataforma online e digital. Disponível em: <<https://minecraft.net/pt-br/what-is-minecraft/>>. Acesso em: 19 out. 2018.



PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, [S.l.], v. 9, n. 17, p. 49-62, 2012..

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, p. 110-132, 2002.

SCLIAR, C. **Minerais e rochas**: Base material da aventura humana. Belo Horizonte: Legado, 2013.

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e Atividades Lúdicas para o Ensino de Química**. 2. ed. Goiânia: Kelps, 2015.

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

SOARES, M. H. F. B.; GARCEZ, E. S. C. Um Estudo do Estado da Arte Sobre a Utilização do Lúdico em Ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 183-214, 2017.

Eduarda Giese: Atua como professora de Química na rede de ensino básica e pública de Santa Catarina como contratada em caráter temporário. Formação em técnico em Química pelo SENAI/SC - Jaraguá do Sul sendo a última formação: Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - 2018. Formação em andamento: Pós-graduação em Ciências Marinhas Aplicadas ao Ensino - Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - 2020. Linhas de pesquisa de interesse: Ensino de Química; Jogos na Educação Básica; Abordagem do conteúdo químico no Ensino Fundamental; Ensino com abordagem em Ciência, Tecnologia e Sociedade; Educação especial; História da Ciência e Ensino.

E-mail: giese.eduarda@gmail.com

Fernanda Luiza de Faria: 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. Tem experiência na área de Ensino de Química. Linhas de pesquisa de interesse: Estratégias de Ensino Diferenciadas no contexto da Educação Básica, Pedagogias Diferenciadas, A abordagem do conteúdo químico no Ensino Fundamental, História da Ciência e Ensino.

E-mail: fernanda.faria@ufsc.br

José Wilmo da Cruz Júnior: Docente do quadro permanente da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. Atua no Departamento de Ciências Exatas e Educação do Campus Blumenau. Bacharel em Química pela Universidade Federal de Alfenas, 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. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Inorgânica, atuando principalmente nos seguintes temas: determinação estrutural de compostos de coordenação, bioinorgânica (desenvolvimento de fármacos inorgânicos e de modelos miméticos de metaloenzimas), catálise homogênea, cinética e eletroanalítica.

E-mail: jose.w.cruz@ufsc.br