

Jogo Didático Investigativo: Uma Ferramenta para o Ensino de Química Inorgânica

Bruna da Silva, Márcia Regina Cordeiro e Keila Bossolani Kiill

Muitos trabalhos na área educacional destacam a contribuição do uso de jogos para o processo de ensino-aprendizagem. No ensino de química, esses recursos podem constituir ferramentas auxiliares para o professor, uma vez que buscam despertar o interesse dos alunos, promover a interação em sala de aula e facilitar a compreensão de conteúdos tratados nessa disciplina. O presente estudo aborda o desenvolvimento, a avaliação e a aplicação de um jogo didático com caráter investigativo para o ensino de química inorgânica em nível médio, em que os conteúdos da tabela periódica e das funções inorgânicas (ácidos, bases e sais) são trabalhados por meio de casos que requerem dos alunos uma solução. Os dados obtidos acerca da aplicação desse recurso didático em uma turma do 2º ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Alfenas foram analisados, considerando as concepções de Vigotski sobre a aprendizagem e a interação. Os resultados mostraram que o material didático pode auxiliar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos e proporcionar o diálogo em sala de aula.

► jogo didático, tabela periódica, funções inorgânicas ◀

Recebido em 22/01/2013, aceito em 02/11/2013

Os jogos didáticos aplicados ao ensino de química constituem ferramentas que podem auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Considerando que os conteúdos tratados nessa disciplina abordam aspectos que requerem a abstração por parte dos alunos e que, na maioria das vezes, são difíceis de serem compreendidos, a utilização de jogos pode minimizar essa dificuldade e facilitar a compreensão de tais conteúdos (Cavalcanti; Soares, 2009).

Conforme Kishimoto (1995), a importância da ludicidade no processo de ensino-aprendizagem não é um fato novo. Nos tempos da Grécia Antiga, Aristóteles indicava a utilização de jogos como uma forma de preparo para a vida futura, mas na época do Cristianismo, a sociedade se estabeleceu em um estado poderoso, impondo uma educação baseada na disciplina. As escolas episcopais e anexas aos mosteiros eram

mais dogmáticas e não consideravam o desenvolvimento intelectual. Assim, não existiam condições para a expansão do uso de jogos na educação.

No século XVIII, foram desenvolvidos os jogos voltados para o ensino de ciências. Inicialmente, estes eram utilizados pela realeza e aristocracia, mas rapidamente tornaram-se populares. No século posterior, XIX, com o final da Revolução Francesa e o surgimento de inovações pedagógicas, os jogos passaram a ser empregados no meio educacional, mais especificamente no ensino de matemática e física, em que os conceitos eram ensinados por meio da manipulação de bolas, cilindros e cubos (Cunha, 2012).

e aristocracia, mas rapidamente tornaram-se populares. No século posterior, XIX, com o final da Revolução Francesa e o surgimento de inovações pedagógicas, os jogos passaram a ser empregados no meio educacional, mais especificamente

Ainda segundo a autora, com o Renascimento, surgem novas concepções pedagógicas e os jogos são incluídos no cotidiano dos jovens. No século XVI, é fundado o Instituto dos Jesuítas por Ignácio de Loyola. Este era um dos líderes da companhia e, por ter sido militar e nobre, entende a importância do jogo para a formação do indivíduo e difunde a sua utilização no sistema educacional da instituição.

No século XVIII, foram desenvolvidos os jogos voltados para o ensino de ciências. Inicialmente, estes eram utilizados pela realeza

no ensino de matemática e física, em que os conceitos eram ensinados por meio da manipulação de bolas, cilindros e cubos (Cunha, 2012).

Para Vigotski (2010), os jogos existem em todas as culturas e são utilizados por crianças e adultos. O tipo de jogo praticado pelo sujeito está relacionado à sua idade e às habilidades necessárias em cada fase de seu desenvolvimento. Na infância, os jogos permitem, à criança, a construção de conhecimentos que possibilitam a interação com o meio por intermédio da imitação de papéis culturalmente estabelecidos. Na etapa seguinte, a criança tem contato com jogos fundamentados por objetivos, que requerem ações para serem atingidos. O último tipo de jogo descrito pelo autor é o jogo de regras, o qual pode organizar as formas superiores do comportamento e estão pautados na resolução de problemas.

Vigotski (2007) afirma que os jogos podem contribuir para a aprendizagem de conceitos escolares ou científicos ao possibilitarem a interação e a atuação na zona de desenvolvimento proximal (ZDP) dos sujeitos. O autor conceitua a ZDP como a distância entre o nível de desenvolvimento real, que é determinado pela capacidade de resolver problema de forma independente, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado por meio da resolução de um problema sob o auxílio de uma pessoa mais capaz.

2

Como propostas de jogos voltados para o ensino de química, podem-se descrever os trabalhos de Soares e Cavalheiro (2006), Godói e colaboradores (2010) e Rostejska e Klimova (2011). O estudo de Soares e Cavalheiro (2006) abordou a elaboração e aplicação de um jogo de tabuleiro em que se buscou ensinar conceitos de termoquímica. O material didático foi utilizado por estudantes do ensino médio, de escolas da rede pública e particular de Goiânia, e por graduandos de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, que cursavam a disciplina de Química Geral. Observou-se que a aplicação do jogo em sala de aula possibilitou a discussão dos conceitos trabalhados; o envolvimento entre os alunos e o docente; e a construção de conhecimento.

O material didático proposto por Godói e colaboradores (2010) se pautou em um jogo de cartas voltado para o ensino do conteúdo químico tabela periódica. Este foi aplicado com alunos da 8ª série do ensino fundamental de uma escola pública da cidade de São José dos Campos. Os estudantes relataram que o jogo didático relacionou o conteúdo abordado com o cotidiano deles de forma lúdica e dinâmica.

O trabalho de Rostejska e Klimova (2011) apresentou dois jogos para o ensino de bioquímica, o AZ-Quiz e o Jeopardy, no formato de shows games da televisão. Esses jogos foram produzidos utilizando o programa Microsoft Power Point 2003 e incluem 81 questões acerca de conceitos bioquímicos. O Jeopardy e AZ-Quiz foram aplicados, respectivamente, com 76 e 117 alunos de ensino médio.

Após a realização da atividade, os estudantes responderam a um questionário, por meio do qual procurou-se avaliar a função motivacional e educacional dos jogos. Os alunos consideraram que tais recursos podem despertar o interesse

e a motivação para aprender.

Tendo como base essas considerações, o presente trabalho objetivou abordar o desenvolvimento, a avaliação e a aplicação de um jogo didático de caráter investigativo para o ensino de química inorgânica em nível médio e, ainda, buscou analisar a contribuição desse recurso para o processo de ensino-aprendizagem, considerando as interações em sala de aula.

O estudo de casos e o jogo proposto

O material didático desenvolvido neste estudo é um jogo didático com caráter investigativo, pautado no estudo de casos. O estudo de casos é concebido como um método instrucional que aborda casos, ou seja, narrativas vivenciadas por pessoas que, diante de problemas ou dilemas, têm a necessidade de tomar decisões para solucioná-los. Nesse método, é fundamental que o aluno se familiarize com os personagens e as circunstâncias, compreenda os fatos, valores e contextos apresentados em tais narrativas, a fim de vincular o significado da história à sua própria vida. Os casos frequentemente são postos para os estudantes ao final da apresentação de um conteúdo e empregados com a finalidade de desenvolver habilidades como a tomada de decisão (Perez, 2006).

No que se refere à utilização do método estudo de casos como estratégia no ensino de química, é necessário que o professor tenha acesso aos casos prontos ou os produza. Para elaborar os casos, é importante considerar as recomendações postas por Herreid (1998), que afirma que um bom caso deve:

- ter utilidade pedagógica: o caso deve ser útil para o curso e para os estudantes;
- ser relevante ao leitor: o caso deve abordar situações que possivelmente os estudantes saibam resolver;
- despertar o interesse pela questão: o caso deve apresentar uma questão a ser resolvida;
- ser atual: o caso deve tratar de questões atuais que mostrem a importância do problema abordado;
- ser curto: casos longos podem provocar uma análise tediosa;
- provocar conflito: a maioria dos casos envolve um problema;
- criar empatia com os personagens centrais: as características atribuídas aos personagens devem influenciar a tomada de decisão;
- forçar uma decisão: o problema abordado no caso deve possibilitar uma tomada de decisão;
- apresentar generalizações: o caso deve ter aplicabilidade geral e não especificar apenas uma curiosidade;
- narrar uma história: o caso deve apresentar um desfecho no seu final;
- incluir citações: as citações possibilitam compreender a situação.

Para produzir os casos, podem ser utilizados como referência: artigos de divulgação científica, artigos originais

de pesquisa e filmes comerciais. Os artigos de divulgação científica compreendem trabalhos encontrados em revistas como *Ciência Hoje*, *Scientific American*, *Galileu* e *Superinteressante*, que podem estar disponíveis em bancas de jornal e bibliotecas. Os artigos originais de pesquisa se referem a estudos encontrados em bibliotecas universitárias e em base de dados acessíveis publicamente ou sob regulamentação. Os filmes comerciais que podem ser utilizados na elaboração dos casos abordam histórias e eventos, os quais podem apresentar questões envolvendo aspectos sociais, econômicos e éticos no âmbito da ciência (Sá; Queiroz, 2010).

No caso dessa investigação, foram elaborados casos em que se buscou trabalhar conteúdos da química inorgânica como tabela periódica e funções inorgânicas (ácidos, bases e sais).

Metodologia

Inicialmente elaborou-se o jogo didático *Quiminvestigação*, um jogo de tabuleiro baseado no *Scotland Yard*, ou seja, um material didático com caráter investigativo que requer dos participantes a solução de casos por meio de pistas sobre conceitos químicos.

Posteriormente, o material foi avaliado por três professores de química inorgânica do ensino superior. Essa avaliação ocorreu por meio de questionário e teve por objetivo verificar os aspectos estruturais (tabuleiro, regras, pistas, casos, orientações para o ensino, dinâmica do ato de jogar e ludicidade) e conceituais (conteúdos químicos) que podem contribuir para a aprendizagem dos conteúdos químicos, tabela periódica (química descritiva, classificação e propriedades dos elementos químicos) e funções inorgânicas (ácidos, bases e sais), relacionados ao jogo proposto.

Após essa avaliação, o material didático foi readequado segundo as sugestões dos docentes de química inorgânica do ensino superior. Em seguida, este foi aplicado a 24 alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola pública na cidade de Alfenas (MG). Os dados referentes à aplicação foram coletados por meio de audiogravação, diário de campo e questionários.

A análise dos dados se pautou em uma abordagem qualitativa que se fundamenta na descrição, observação e interpretação do fenômeno em estudo. Os dados coletados podem ser transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais e outros registros oficiais, sendo que os investigadores os analisam respeitando a forma como foram transcritos ou registrados (Bogdan; Biklen, 2000).

Para analisar os dados referentes aos questionários aplicados aos professores do ensino superior e aos alunos do ensino médio, utilizou-se a análise de conteúdo, concebida por muitos autores como uma técnica que trabalha com a palavra, por meio da qual o analista procura categorizar as unidades de texto (palavras ou frases) que se repetem e inferir determinada expressão que representem tais unidades (Caregnato; Mutti, 2006).

Segundo Bardin (2011), a técnica da análise de conteúdo

apresenta três fases: 1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A pré-análise consiste em uma fase de organização, que pode se pautar em procedimentos como a leitura flutuante, a formulação de objetivos e hipóteses e o desenvolvimento de indicadores para fundamentar a interpretação final.

A exploração do material compreende a codificação dos dados a partir das unidades de registro. Estas podem ser palavras, conjunto de palavras ou temas.

A terceira fase se refere ao tratamento dos resultados, inferência e interpretação final, em que se realiza também a categorização que consiste na classificação dos elementos constitutivos de um conjunto conforme suas semelhanças e por diferenciação, seguida de um reagrupamento segundo as características em comum. As categorias são rubricas ou classes que reúnem um grupo de elementos que, no caso da análise de conteúdo, são as unidades de registro sob um título genérico. Tal agrupamento é realizado devido às características comuns desses elementos.

Resultados e Discussões

O jogo didático, objeto deste estudo, é constituído por um tabuleiro no tamanho 29,7 cm x 42 cm, um dado, cinco peões de cores distintas, cinco casos, cartelas com pistas acerca dos casos, fichas de anotações para a resolução dos casos, ficha de regras do aluno, ficha de regras do professor e ficha de informações ao professor. O tabuleiro foi elaborado utilizando os programas computacionais Microsoft Word e ChemSketch e apresenta seis locais (casas), nos quais o jogador percorre com o auxílio do peão, buscando pistas para solucionar o caso.

Para iniciar o jogo, cada participante, com o peão posicionado na *Casa do Químico*, lança o dado para identificar quem iniciará a atividade, em conformidade com a pontuação adquirida do menor para o maior. Os peões devem ser movimentados com base no número de pontos e deverá ser movido apenas na horizontal e/ou vertical, podendo passar por cima ou ocupar a mesma casa que outro peão esteja ocupando.

Além disso, os jogadores poderão visitar as casas, buscando pistas para solucionar o caso. Quando um estudante achar que encontrou a solução, deverá voltar à *Casa do Químico* e apresentar tal solução. O tabuleiro do jogo didático *Quiminvestigação* é apresentado na Figura 1.

Conforme apresentado anteriormente, esse material didático é um jogo com caráter investigativo por abordar casos que requerem do aluno uma solução. Os casos foram produzidos tendo como fonte de inspiração artigos científicos encontrados em periódicos como Revista Química Nova na Escola, Revista Química Nova e Revista Saúde Pública e sites da Associação Mineira de Defesa do Meio Ambiente e AGROLINE, que apresentaram contextos por meio dos quais puderam ser trabalhados conceitos relacionados às funções inorgânicas e tabela periódica.

Para o desenvolvimento dos casos, consideraram-se as

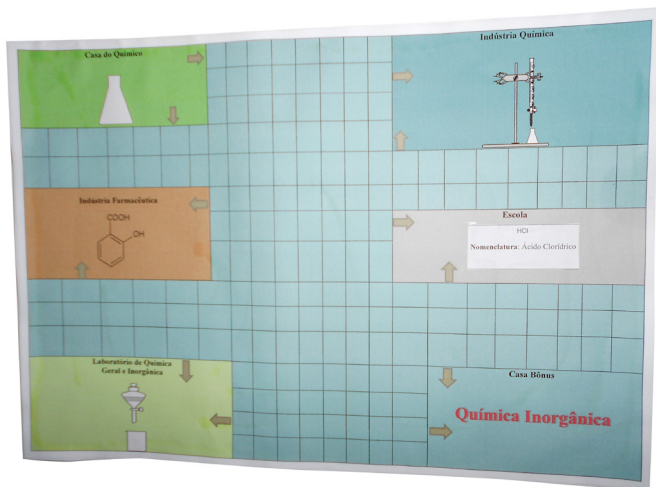


Figura 1: Tabuleiro do jogo didático *Quiminvestigação*.

recomendações postas por Herreid (1998), assim, trata-se de narrativas curtas que envolvem um conflito, incluem citações, buscam despertar o interesse do aluno pela questão e propõem uma tomada de decisão frente ao problema abordado.

O primeiro caso intitulado *A contaminação do Celobar* abordou uma narrativa acerca de um problema envolvendo a intoxicação de várias pessoas que utilizaram o contraste radiológico Celobar. Diante disso, a personagem, uma profissional da área da química, resolve investigar o que está causando tais intoxicações. Com esse caso, buscou-se trabalhar o conteúdo químico funções da química inorgânica, mais especificamente sais inorgânicos e a solubilidade de tais compostos químicos.

O segundo caso, intitulado *O lixo e o problema do descarte inadequado*, apresentou o problema da contaminação por mercúrio, encontrado em lâmpadas fluorescentes quebradas, descartadas inadequadamente em lixões, e teve por finalidade introduzir, a partir do elemento químico mercúrio, o ensino de conceitos relacionados à tabela periódica como, por exemplo, as propriedades químicas, a classificação periódica e a química descritiva dos elementos químicos.

O terceiro caso, intitulado *Impacto ambiental em fazenda no Rio Grande do Sul*, abordou o problema da chuva ácida. Por esse tema ser bastante discutido em livros didáticos e, portanto, familiar aos alunos, optou-se por este para introduzir o ensino do conteúdo químico funções inorgânicas, mais especificamente ácidos e bases.

O quarto caso, *Contaminação em Caçapava*, apresentou o problema da contaminação de um rebanho bovino em uma fazenda, ocasionada por compostos de chumbo, provenientes de uma indústria de reciclagem de resíduos industriais e baterias. Semelhante a esse caso, com *O lixo e o problema do descarte inadequado*, buscou-se ensinar o conteúdo químico tabela periódica.

O quinto e último caso, intitulado *Contaminação no lago de Furnas em Minas Gerais*, abordou o problema da contaminação no lago de Furnas pelo excesso de nitrato de potássio, proveniente de fertilizantes agrícolas, e teve por finalidade o ensino do conteúdo químico funções da química

inorgânica, mais especificamente os sais inorgânicos e a reação de neutralização entre um ácido e uma base. Esse caso e suas as pistas são apresentadas no Anexo 1.

No que diz respeito à avaliação do material didático por professores de química inorgânica do ensino superior, estes consideraram que o jogo aborda conteúdos químicos que podem ser trabalhados em nível médio. Além disso, segundo os docentes, os casos podem estimular o raciocínio do aluno de forma curiosa, contribuindo para a interpretação química deles. Além disso, sugeriam modificações na sequência de apresentação das pistas para garantir um ordenamento lógico do raciocínio e readequações de algumas pistas.

Anteriormente à aplicação do jogo didático em sala de aula, os alunos responderam ao questionário 1, por meio do qual procurou-se verificar o conhecimento deles acerca dos conteúdos químicos trabalhados, ou seja, tabela periódica e funções inorgânicas (ácidos, bases e sais). O Quadro 1 apresenta a classificação das respostas dos alunos do ensino médio por categorias e porcentagem.

Posteriormente à aplicação desse questionário, aplicou-se o jogo *Quiminvestigação* em sala de aula. Durante a realização dessa atividade, observou-se o interesse dos alunos para solucionar os casos abordados no material didático e a interação entre estes e a pesquisadora. É importante destacar que o caráter investigativo existente no material didático, ou seja, a busca de solução para os casos, pode ter sido responsável por essa interação ao proporcionar o diálogo em sala de aula. A análise dos diálogos abaixo, registrados por meio de audiogravação e diário de campo, mostra a interação aluno-aluno e aluno-pesquisadora:

1) Aluno C: “a pista fala que é um metal da família IV A da tabela periódica”

Aluno E: “eu sei que o ferro não é, ele não provoca contaminação”

Aluno F: “é o chumbo que causou a contaminação...”

Aluno E: “ahn... é? Por quê?”

Aluno F: “é sim, ele é da família IV A da tabela periódica”

Considerando a análise do diálogo, foi possível verificar que o aluno E afirma que o ferro não é tóxico e, portanto, não foi o responsável pela contaminação de um rebanho bovino, abordada no caso *Contaminação em Caçapava*. Com base em uma pista que integra o material didático, ou seja, metal da família IV A da tabela periódica, o aluno F explica ao aluno E, apresentando uma justificativa química, que essa contaminação foi causada por chumbo.

Na concepção de Vigotski (2007), a aprendizagem ocorre por meio das relações com o meio social, sendo que o potencial de desenvolvimento cognitivo do sujeito está relacionado à sua ZDP.

Conforme o autor, a intervenção na ZDP possibilita a construção e a ampliação de conhecimentos por parte do sujeito. Para que ocorra essa intervenção, é fundamental uma atividade em grupo ou entre duas pessoas, que permita a interação entre os sujeitos e a abordagem de seus conhecimentos.

Ao explicar para o aluno E sobre a classificação e a identificação do elemento chumbo na tabela periódica, o aluno

Quadro 1: Classificação das respostas dos estudantes ao questionário 1 por categorias e porcentagem.

Questão 1	O que você sabe sobre tabela periódica?					
Categorias	Elementos químicos		Classificação dos elementos químicos			
	64%		36%			
Questão 2	De que forma a tabela periódica se organiza?					
Categorias	Famílias e períodos	Metais, semi-metais, não metais e gases	Cores	Elemento e família	Massa atômica	Prótons e nêutrons
	72%	8%	8%	4%	4%	4%
Questão 3	O que você entende pelo termo ácidos?					
Categorias	Propriedades	Exemplos de substâncias com caráter ácido			Substâncias que apresentam íons H^+	
	44%	40%			4%	
Questão 4	O que você entende pelo termo bases?					
Categorias	Propriedades	Substância que libera íons OH^-	Exemplos de substâncias com caráter básico		Reação química	
	24%	4%	24%		20%	
Questão 5	O que você entende pelo termo sais?					
Categoria	Exemplo de sal inorgânico (sal de cozinha)					
	100%					

F pode ter interferido na ZDP desse colega, uma vez que, por meio dessa explicação, o aluno E pode ter ampliado os seus conhecimentos acerca da identificação de um elemento químico na tabela periódica.

2) Aluno A: “*aqui nessa história, o problema da acidez nos lagos é por causa do hidróxido de sódio [risos], fala que é verdade [risos]*”

Pesquisadora: “*em sua opinião, o hidróxido de sódio é ácido?*”

Aluno A: “*aham... sim*”

Pesquisadora: “*você leu a pista encontrada na casa escola?*”

Aluno A: “*li, sim*”

Pesquisadora: “*leia novamente, pois esta apresenta informações sobre o responsável pelo problema abordado no caso?*”

Aluno A: “*então é o ácido? Ai... o hidróxido de sódio num é ácido?*”

Pesquisadora: “*os ácidos apresentam íons H^+ e as bases OH^- . Os hidróxidos são bases?*”

Por meio da análise desse diálogo, verificou-se que a pesquisadora intervém como mediadora ao argumentar com o aluno A sobre o que caracteriza as substâncias de caráter ácido, quando considera que estas apresentam íons H^+ e aquelas com caráter básico, íons OH^- , tentando relacionar tal definição à teoria de Arrhenius, a qual define os ácidos como toda substância que em solução aquosa libera íons H^+ e as bases, íons OH^- (Chagas, 2000).

De acordo com as concepções vigotskianas, no contexto escolar, é fundamentalmente importante a interação social entre os sujeitos, sendo que aqueles que apresentam mais

conhecimento podem auxiliar os outros a construírem ou ampliarem o seu conhecimento (Rego, 2007).

No que se refere à mediação docente, Vigotski afirma que o professor tem a função de intervir na ZDP dos alunos por apresentar mais conhecimentos e poder tornar tais conhecimentos acessíveis aos estudantes (Rego, 2007).

Com base no diálogo entre a pesquisadora e o aluno A, observou-se que a argumentação dela acerca da definição química de ácidos e bases pode ter proporcionado uma intervenção na ZDP do estudante, uma vez que este acreditava que o problema abordado no caso *Impacto ambiental em fazenda no Rio Grande do Sul*, ou seja, a acidificação dos lagos de uma fazenda, foi provocado por uma substância de caráter básico, o hidróxido de sódio.

3) Aluno D: “*gente, vou ler a história, prestem atenção*”

Aluno D: “*João Cardoso é presidente de uma associação em Alfenas...*”

Aluno D: “*professora [pesquisadora]... cadê o nitrato e o sulfato na tabela periódica?*”

Pesquisadora: “*a tabela periódica representa apenas elementos químicos, e o nitrato e o sulfato não são elementos químicos?*”

Aluno A: “*e as pistas?*”

Aluno E: “[risos] *eu queria saber a fórmula do sulfato e do nitrato, mas a dona não quer falar, eu não achei na tabela periódica [risos] e ela falou que nitrato e sulfato não é elemento*”

A análise desse diálogo mostra que a pesquisadora explicou ao aluno D que na tabela periódica estão representados apenas os elementos químicos. Essa explicação pode possibilitar a ampliação dos conhecimentos desse estudante,

pois ele concluirá que o sulfato e o nitrato não são elementos químicos e poderá pensar em outra classificação ou buscar informações sobre esses íons, seja com o colega ou por meio do livro didático.

Após a aplicação do jogo didático em sala de aula, os estudantes responderam ao questionário 2 acerca dos conteúdos químicos trabalhados por meio do material didático. O Quadro 2 apresenta a classificação das respostas dos alunos do ensino médio por categorias e porcentagem.

É importante destacar que os conteúdos trabalhados por meio do jogo didático já tinham sido ministrados para a turma do 2º ano do ensino médio em que este foi aplicado. Assim, os alunos deveriam ter conhecimentos sobre tabela periódica e funções inorgânicas para solucionar os casos.

A análise comparativa das respostas nos questionários 1 e 2 mostrou indícios da ampliação de conhecimentos por parte dos estudantes, uma vez que, no questionário 1, alguns estudantes relacionaram a tabela periódica à classificação dos elementos químicos, já no questionário 2, consideraram, em suas respostas, essa classificação como sendo periódica e as propriedades dos elementos.

No que concerne às funções inorgânicas (ácidos, bases e sais), a princípio, os alunos apresentaram, em suas respostas, exemplos de substâncias com caráter ácido e básico, além de propriedades referentes aos ácidos como acidez e capacidade corrosiva e às bases como a adstringência. Exemplificaram também o sal de cozinha como um sal inorgânico. Após o jogo, percebeu-se que determinados estudantes apresentaram uma definição para ácidos, ou seja, substância que apresenta íons H^+ e para as bases, íons OH^- . Também relacionaram os sais inorgânicos à reação de neutralização.

Observou-se que, apesar de os alunos já terem estudado

os conteúdos químicos tabela periódica e funções inorgânicas, os dados no questionário 1 mostraram um conhecimento superficial, uma vez que, na maioria das respostas, não se verificou a definição química de ácidos, bases e sais nem a relação da tabela periódica com a classificação periódica e propriedades dos elementos químicos. Esse fato pode estar relacionado à pouca interação aluno-aluno e aluno-professor durante as aulas. A aprendizagem pode ocorrer de modo superficial e os alunos terem dificuldades para compreender os conteúdos.

Os indícios de ampliação de conhecimentos por parte dos alunos, apresentados na análise das respostas nos questionários 1 e 2, podem estar relacionados à interação aluno-aluno e aluno-pesquisadora durante a realização da atividade em sala de aula, pois por meio do diálogo, os estudantes puderam aprender mais e melhor, mediante a mediação da pesquisadora, do jogo e do auxílio de outro colega mais capaz.

Nas respostas dos estudantes ao questionário 3, aplicado após o questionário 2, foi possível observar a relação entre aprendizagem e interação posta pelos alunos acerca da aplicação do material didático em sala de aula como mostra alguns exemplos abaixo:

Aluno A: “No jogo, eu aprendi mais com o colega, porque com os colegas eu pude interagir”.

Aluno B: “Com o jogo, eu aprendi com os colegas e a pesquisadora, eu conversei muito com eles e tirei minhas dúvidas”.

Aluno C: “Quando estava jogando, eu aprendi muito mais com a pesquisadora, porque ela nos explicou muito bem sobre os casos”.

Aluno D: “No jogo, eu aprendi com os colegas e a pesquisadora, pois eles auxiliavam em minhas dúvidas”.

Quadro 2: Classificação das respostas dos estudantes ao questionário 1 por categorias e porcentagem.

Questão 1	O que você entende por tabela periódica?				
Categorias	Organização dos elementos químicos	Propriedades	Elementos químicos	Classificação periódica	Classificação periódica e propriedades
	16%	5%	32%	21%	11%
Questão 2	De que forma a tabela periódica se organiza?				
Categorias	Famílias e períodos	Metais, semimetais e não metais			Cor e número
	79%	5%			16%
Questão 3	O que você entende pelo termo ácidos?				
Categorias	Substâncias que apresentam íons H^+	Substâncias que reagem com bases para formar sais	Propriedades	Exemplificação	
	26%	11%	5%	47%	
Questão 4	O que você entende pelo termo bases?				
Categorias	Substâncias que apresentam íons OH^-	Substâncias que reagem com ácidos para formar sais		Exemplificação	
	42%	11%		37%	
Questão 5	O que você entende pelo termo sais?				
Categorias	Exemplificação	Substância que resulta da reação entre um ácido e uma base			
	63%	37%			

Aluno E: “Quando joguei o jogo *Quiminvestigação*, eu aprendi mais com a pesquisadora que esclarecia minhas dúvidas”.

Com base nas respostas dos alunos, verificou-se que estes interagiram com os colegas e a pesquisadora, buscando ampliar os seus conhecimentos acerca dos conteúdos químicos e dos casos abordados pelo material didático, objeto deste estudo.

Diante dessas considerações, o jogo didático *Quiminvestigação* pode constituir uma ferramenta promissora para o ensino de química inorgânica em nível médio por abordar situações cotidianas por meio dos casos e possibilitar a aproximação, a interação e o diálogo entre os alunos e destes com o professor em sala de aula.

Conclusão

O presente trabalho apresentou as contribuições acerca da utilização de um jogo didático de caráter investigativo para o ensino de química em nível médio. Com base nos resultados obtidos, verificou-se que o material didático pode ser um recurso viável para o ensino de química inorgânica.

Diante disso, foram identificadas as contribuições referentes à aplicação do jogo didático *Quiminvestigação* com estudantes de uma escola pública da cidade de Alfenas como,

por exemplo, a interação em sala de aula; o diálogo entre os alunos e destes com a pesquisadora durante a realização da atividade; e a ampliação do conhecimento dos estudantes acerca dos conteúdos químicos trabalhados. Em síntese, os resultados positivos oriundos desta pesquisa permitem concluir que o material didático, objeto deste estudo, pode contribuir para a aprendizagem dos conteúdos, tabela periódica e funções inorgânicas, por meio da interação em sala de aula, constituindo, assim, uma ferramenta auxiliar para o professor em sua prática pedagógica.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Capes, pelo auxílio financeiro, à Universidade Federal de Alfenas e à Escola Estadual Dr. Napoleão Salles.

Bruna da Silva (brsilva08@yahoo.com.br), licenciada em Química pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), mestranda do Programa de Pós-Graduação em Química da UNIFAL e bolsista CAPES. Alfenas, MG – BR. **Márcia Regina Cordeiro** (marcia.unifal@gmail.com), bacharel, licenciada, mestre e doutora em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), é docente da UNIFAL. Alfenas, MG – BR. **Keila Bossolani Kiill** (keilaunifal@gmail.com), bacharel e licenciada em Química pela Universidade de São Paulo (USP), mestre em Educação e doutora em Química pela UFSCar, é docente da UNIFAL. Alfenas, MG – BR.

Referências

- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 2000.
- CAREGNATO, R.C.A.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. *Texto Contexto Enfermagem*, v. 15, n. 4, p. 679-684, 2006.
- CAVALCANTI, E.L.D.; SOARES, M.H.F.B. O uso de jogos de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 1, p. 255-282, 2009.
- CHAGAS, A.P. O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido-base do século XX. *Revista Química Nova*, v. 23, n. 1, p. 126-133, 2000.
- CUNHA, M.B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Revista Química Nova na Escola*, n. 2, v. 34, p. 92-98, 2012.
- GODÓI, T.A.F.; OLIVEIRA, H.P.M.; CODOGNOTO, L. Tabela periódica: um super trunfo para alunos do ensino fundamental e médio. *Revista Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 22-25, 2010.
- HERREID, C.F. What makes a good case? *Journal of College Science Teaching*, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

KISHIMOTO, T.M. *O brinquedo na educação: considerações históricas*. São Paulo: FDE, 1995.

MACEDO, L. *Quatro cores, senha e dominó: oficina de jogos em uma perspectiva construtivista e psicopedagógica*. São Paulo: Casa do psicólogo, 1997.

PEREZ, D. *O aprendizado baseado em problemas aplicado ao ensino a distância de bioquímica*. 2006. Dissertação (Mestrado em Biologia Funcional e Molecular) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

REGO, T.C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. Petrópolis: Vozes, 2007.

ROSTEJNSKA, M.; KLIMOVA, H. Biochemistry games: az-quis and jeopardy. *Journal of Chemical Education*, v. 88, n. 4, p. 432-433, 2011.

SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L. *Estudo de casos no ensino de química*. Campinas: Átomo, 2010.

SOARES, M.H.F.B.; CAVALHEIRO, E.T. G. O ludo como um jogo para discutir conceitos em termoquímica. *Revista Química Nova na Escola*, n. 23, p. 27-31, 2006.

VIGOTSKI, L. V. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

_____. *Psicologia pedagógica*. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

Abstract: *Investigative educational game: a tool for the teaching of inorganic chemistry.* Many jobs in education emphasize the importance of using games for teaching-learning. In the teaching of chemistry, these resources can be auxiliary tools for the teacher, since, can arouse the interest of students, promote interaction in the classroom and facilitate understanding of content covered in the course. The present study focuses on the development, evaluation and application of a didactic game with investigative character for teaching Inorganic Chemistry at medium level, where content and functions periodic table inorganic (acids, bases and salts) are worked through cases requiring students a solution. The data about the application of this teaching resource in a class of 2nd year of high school in a public school in the city of Alfenas were analyzed considering the concepts of Vygotsky on learning and interaction

Keywords: educational game, periodic table, inorganic functions.

Caso 5: Contaminação no lago de Furnas em Minas Gerais

João Cardoso é presidente de uma associação ambiental em Alfenas, sul de Minas Gerais, que visa adquirir recursos para despoluir o lago de Furnas nessa região, mais especificamente um tratamento adequado para a retirada de resíduos provenientes de esgotos. Para que esse tratamento seja realizado, na última quinta-feira, João procurou o chefe de saneamento básico da Copasa, em Alfenas, Guilherme Oliveira:

– Bom dia, Guilherme! Eu sou o João Cardoso, presidente da Associação de Despoluição do Lago de Furnas, e preciso muito falar com você a respeito do tratamento para retirada de resíduos de esgoto no lago.

– Bom dia, João! Estive analisando o caso. Inicialmente o que posso fazer é defender que seja realizado um estudo para verificar se será necessário alterar a legislação de tratamento. Como se pode observar, existe um aumento de plantas aquáticas na represa que estão diretamente relacionadas à contaminação dessas águas.

– Então, Guilherme, isso está acontecendo devido ao lançamento de resíduos de esgotos domésticos da cidade de Alfenas.

– Não necessariamente, para o químico analista da Copasa, essa contaminação pode estar sendo causada por excesso de um composto químico inorgânico proveniente da utilização de fertilizantes em lavouras de milho na região. Ele suspeita que seja o nitrato de potássio ou o sulfato de amônio.

– Tudo bem, só queria pedir que esse estudo e essa análise sejam realizados o mais rápido possível, pois vários pescadores dependem do lago de Furnas para trabalhar e sustentar suas famílias.

– Estamos trabalhando para isso, João.

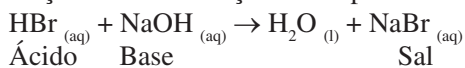
O químico da Copasa desconfia que os fertilizantes utilizados nas lavouras, com a finalidade de aumentar a produção de milho, possam ter escoado superficialmente ou infiltrado nas águas subterrâneas e, posteriormente, foram arrastados para as águas da represa. O nível de contaminação por compostos químicos dos fertilizantes pode ser evidenciado pelo aumento de plantas aquáticas no lago, pois estes atuam como fonte de nutrientes para as plantas.

Vocês são colegas do químico da Copasa e estudantes de química da Universidade Federal de Alfenas e devem identificar o responsável e o motivo da contaminação no lago de Furnas.

Fonte: ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE. *Saneamento básico integrado é caminho para despoluição de Furnas*, 2010. Disponível em: <http://www.amda.org.br>.

Caso 5 (Pista 01)

Pista do responsável: sais são compostos resultantes de uma reação química entre um ácido e uma base, ou seja, uma reação de neutralização. Exemplo:



Fonte: RUSSEL, J.B. *Química geral*. São Paulo: Pearson, 1994.

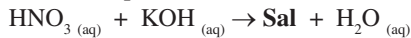
Caso 5 (Pista 02)

Pista do motivo: todas as plantas necessitam de minerais como o potássio, o nitrogênio e o fósforo para crescerem. Um solo sadio pode promover esse desenvolvimento, mas com a utilização de fertilizantes artificiais, obtêm-se melhores resultados. Fertilizantes em excesso podem produzir muito nitrato, e o que não é absorvido é removido pela chuva para os lençóis freáticos e rios.

Fonte: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-reciclagem/lixo-agricola.php#ixzz20o46JUAK>

Caso 5 (Pista 03)

Pista do responsável: sal inorgânico neutro, formado por meio da reação entre o ácido forte, ácido nítrico (HNO_3), e a base forte, hidróxido de potássio (KOH), conforme apresentado pela representação desta reação química:



Fonte: FATIBELLO-FILHO, O. et al. Experimento simples e rápido ilustrando a hidrólise de sais. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 30-34, 2006.

Caso 5 (Pista 04)

Pista do motivo: os fertilizantes agrícolas, utilizados em grande quantidade, são arrastados pela irrigação e pelas chuvas para os lençóis subterrâneos, rios e lagos. Quando esses fertilizantes são inseridos nas águas paradas de um lago ou em rio de águas lentas, proporcionam um rápido crescimento de plantas superficiais.

Fonte: AZEVEDO, E.B. Poluição vs. tratamento de água: duas faces da mesma moeda. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 21-25, 1999.

Caso 5 (Pista 05)

Pista do responsável: os fertilizantes agrícolas apresentam em sua composição química íons NO_3^- (nitrato) e PO_4^{3-} (fosfato).

Fonte: AZEVEDO, E.B. Poluição vs. tratamento de água: duas faces da mesma moeda. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 21-25, 1999.