



RAIOQUIZ: Discussão de um Conceito de Propriedade Periódica por Meio de um Jogo Educativo

Felipe A. M. Rezende, Christina V. M. Carvalho, Lucas C. Gontijo e Márlon H. F. B. Soares

A presente pesquisa tem como objetivo propor e aplicar uma atividade lúdica e um jogo educativo, pensados para ensinar conceitos químicos a alunos do Ensino Médio, de forma a torná-los protagonistas dos processos de ensino e aprendizagem. Após a identificação da problemática e delimitação do conteúdo relacionado a Raio Atômico, confeccionou-se e aplicou-se uma atividade lúdica e um jogo educativo sobre o respectivo assunto, aos alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública. Os dados foram coletados com auxílio de métodos qualitativos, tais como: questionários, observação participante e mapas de humor, que auxiliaram na análise dos resultados. Por meio das atividades desenvolvidas, pode-se perceber o quanto os jogos educativos são importantes para os processos de ensino e aprendizagem, pelo fato de colocarem os alunos em posição de protagonistas da construção de seu próprio conhecimento, o que normalmente não ocorre em jogos didáticos ou aulas expositivas, marcados pela passividade dos alunos.

► jogo educativo, atividade lúdica, pesquisa-ação, ensino e aprendizagem ◀

Recebido em 05/04/2018, aceito em 06/07/2018

248

A história contemporânea dos jogos remete à Grécia e Roma antigas, período em que filósofos como Platão e Aristóteles ressaltavam a importância de se aprender brincando (Kishimoto, 2011a). Ainda de acordo com a autora, embora tais relatos remetam à utilização dos jogos há milhares de anos, sua história é extremamente redundante e pouco evolutiva. O advento do Cristianismo ilustra bem essa questão, pois passa a impor uma educação disciplinadora, pautada em dogmas que distanciam a utilização de qualquer tipo de jogo, pois eles eram associados a coisas ruins, como embriaguez, jogos de azar e prostituição.

O século XVIII é considerado o momento mais importante da história do jogo com viés pedagógico. Neste período, os jogos que anteriormente se restringiam à nobreza, passam a fazer parte do cotidiano da sociedade como um todo, pois se

percebeu que o desenvolvimento das crianças era favorecido com a utilização de jogos (Dufflo, 1999).

A inserção do lúdico no sistema educacional brasileiro, que aumentou muito nos últimos anos, tem se apresentado como um obstáculo para alguns professores. Por desconhecerem a metodologia de ensino, esses professores acabam associando-a ao simples ato de brincar, desprovido de quaisquer funções educativas.

Os relatos indicam que o alemão Friedrich Fröbel (2001) teria sido o primeiro a incorporar os jogos no sistema educacional, utilizando-os como metodologia de ensino em um jardim de infância. O método de ensino pautado em jogos desenvolvido por Fröbel se popularizou em todo o mundo no século XIX, suscitando discussões até hoje em países como Reino Unido e Japão, nos quais o método

proposto fez muitos adeptos (Heiland, 2010).

A inserção do lúdico no sistema educacional brasileiro, que aumentou muito nos últimos anos, tem se apresentado como um obstáculo para alguns professores. Por desconhecerem a metodologia de ensino, esses professores acabam associando-a ao simples ato de brincar, desprovido de quaisquer funções educativas. Essas questões são evidenciadas quando se verifica o significado do termo “brinquedo” no dicionário Aurélio (Ferreira, 2011, p. 156): “objeto para as crianças brincarem; jogo de criança, brincadeira”, e se

A seção “Relatos de Sala de Aula” socializa experiências e construções vivenciadas nas aulas de Química ou a elas relacionadas.

percebe que os termos *brinquedo*, *jogo* e *brincadeira*, são compreendidos como sinônimos, sendo que cada um apresenta um significado distinto.

A grande variedade de fenômenos considerados ou associados aos jogos mostra a complexidade para defini-los, pois se utiliza o termo jogo tanto para referir a atividades de competição/esportes, quanto para mencionar um conjunto de objetos, tais como: jogo de panela, jogo de lençol, jogo de chaves. Neste sentido, Kishimoto (2011b), a partir de trabalhos como de Brougère (1997), sintetiza algumas características que podem auxiliar na compreensão do que vem a ser jogo. De acordo com a autora, o jogo é resultado de um sistema linguístico, ou seja, tende a variar de uma cultura para outra, e uma ação que é compreendida como jogo em uma comunidade pode não ser para outra. Kishimoto (2011b) cita como exemplo a criança indígena que se diverte atirando com arco e flecha em pequenos animais. Para observadores que não fazem parte da comunidade indígena, esse ato pode ser visto como um jogo, no qual a criança tem como objetivo acertar o alvo. No entanto, para os índios, nada mais é que uma forma de preparo para a caça, necessária à sua subsistência.

A diversão é uma das principais características do jogo. Pesquisadores como Piaget (1978) e Soares (2004) consideram que a ludicidade é um dos principais atrativos do jogo, pois a criança brinca para se divertir. Segundo esses autores, se a atividade não apresentar um caráter lúdico/divertido, ela não poderá ser considerada um jogo. Assim, não faz sentido utilizar o termo “jogo lúdico”, pois como a ludicidade é uma característica intrínseca do jogo.

As diversas características descritas sobre o jogo têm levado pesquisadores a estudá-lo como ferramenta de ensino. De acordo com Brougère (2002), isso cria um paradoxo, pois a educação é considerada um processo chato e isento de diversão, totalmente antagônico ao jogo. O paradoxo do jogo pode ser resolvido quando uma atividade equilibra as funções lúdicas (proporcionar diversão) e educativas (auxiliar a prática docente), o que, de acordo com Kishimoto (2011a), é fundamental para que um jogo obtenha êxito no sistema educacional.

Nessa perspectiva de jogos aplicados à educação, Kishimoto (2011a) classifica os jogos utilizados no sistema educacional em educativos e didáticos. De acordo com a autora, os jogos educativos abrangem as atividades desenvolvidas para ensinar determinados conteúdos. Neles, o professor lança mão do jogo como metodologia de ensino, utilizando-o para ensinar um conteúdo, sem que este já tenha sido trabalhado por meio de outras metodologias de ensino. Diferentemente do educativo, os jogos didáticos correspondem aos jogos utilizados para confirmar os conteúdos trabalhados por meio de outras metodologias de ensino. São, portanto, jogos pós-conteudistas, aos quais normalmente os docentes recorrem para verificar se os alunos compreenderam os assuntos já trabalhados. O jogo didático funciona como uma alternativa de fixação. Para Soares (2015), o desafio de ambos os tipos de jogos é equilibrar a função lúdica

e educativa, de modo que o jogo educativo não seja apenas divertido e não ensine nada, ou, por outro lado, seja apenas educativo e não se configure como um jogo.

De acordo com Rezende (2017), os jogos educativos contribuem mais para aprendizagem dos alunos, pelo fato de ser um tipo de jogo que alia o ensino à diversão, culminando em maior interesse dos alunos pelo ensino de Química. Isso normalmente não acontece nos jogos didáticos, por se restringirem à avaliação ou verificação do conhecimento. Nesse sentido, o presente trabalho desenvolveu um jogo educativo, como metodologia para ensinar conceitos relacionados a Raio Atômico a alunos de Ensino Médio, de forma a colocá-los em posição de protagonistas da construção do próprio conhecimento.

A escolha de tais conceitos não foi aleatória. Importante entender que de acordo com Carbuloni *et al.* (2017), o ensino de conceitos relacionados às propriedades periódicas dos elementos químicos tem se apresentado como um obstáculo para os professores, dada sua complexidade e dificuldade de abstração. Para os autores, a compreensão do tema é necessária no ensino de conceitos químicos, pois ele serve como base de boa parte da Química. Nesse sentido, é fundamental a utilização de estratégias de ensino diferenciadas, que auxiliem o aprendizado dos alunos. Assim, justifica-se a utilização do jogo educativo como uma metodologia de ensino e aprendizagem para auxiliar na compreensão de um conceito que se apresenta como um obstáculo para a aprendizagem dos discentes da Educação Básica.

Metodologia

A pesquisa foi realizada utilizando-se elementos da pesquisa-ação, a qual consiste em um método de pesquisa qualitativo que possibilita o desenvolvimento tanto dos pesquisadores quanto dos discentes envolvidos, por permitir a utilização dos resultados no aprimoramento da própria prática e melhoria do aprendizado dos alunos (Tripp, 2005).

Para que uma pesquisa seja classificada como pesquisa-ação, o pesquisador deve realizar uma ação no ambiente pesquisado, com objetivo de solucionar determinado problema identificado *a priori*. Para isso, é fundamental que ele se insira no campo pesquisado e estabeleça relações com o objeto de estudo, etapas que Tripp (2005) descreve como um ciclo.

A pesquisa baseou-se no ciclo da pesquisa-ação descrito por Tripp (2005), com algumas alterações realizadas pelos pesquisadores (Figura 1). Neste caso, o ciclo foi contemplado uma única vez. Por se tratar de uma proposta de jogo educativo, os pesquisadores não viram necessidade de novas ações, sendo que o objetivo inicial era verificar se o jogo educativo poderia ser considerado uma metodologia para ensinar conceitos relacionados a Raio Atômico aos alunos de Ensino Médio, de forma a colocá-los em uma posição de protagonistas da construção do próprio conhecimento.

O trabalho foi desenvolvido em uma escola pública de nível médio, no período matutino, para cerca 22 alunos. O

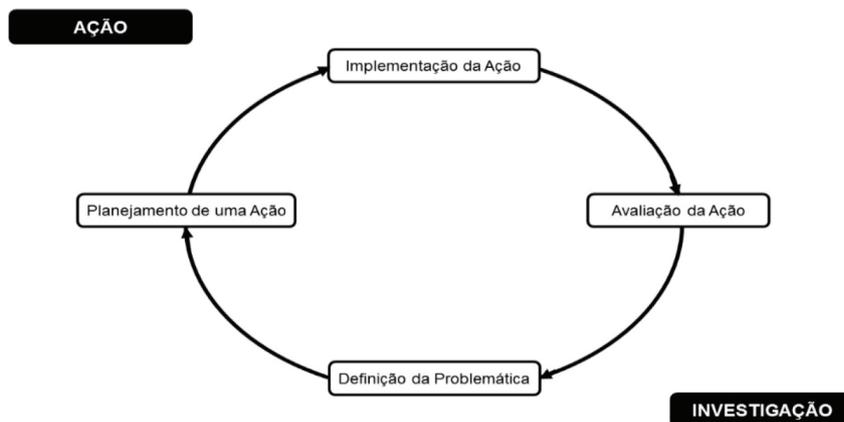


Figura 1: Representação do ciclo da Pesquisa-Ação utilizado na pesquisa. Fonte: Autores.

ponto de partida foi a inserção do pesquisador na referida instituição, com o intuito de identificar um conteúdo de Química em que os discentes da 1ª série do Ensino Médio apresentassem maior dificuldade de compreensão, pois a partir desse conteúdo seria construído um jogo educativo.

Para identificação do conteúdo que seria abordado no jogo, contou-se com a colaboração dos dois professores de Química da escola campo, que classificaram os conteúdos de Química da 1ª série do Ensino Médio presentes no currículo de Química do Estado de Goiás (Brasil, 2012) de acordo com a dificuldade que os alunos normalmente apresentavam. Os professores delimitaram as propriedades periódicas dos elementos químicos como o conteúdo mais complexo e, dentro desse assunto, os docentes ressaltaram a dificuldade de abstração e conseqüentemente compreensão que os alunos possuem quando se trabalha com o conceito de Raio Atômico.

A Tabela Periódica é um dos conteúdos químicos mais trabalhados por meio de jogos didáticos ou educativos. Há quase um consenso de que não se necessita mais produzir jogos que considerem a Tabela Periódica como conteúdo a ser trabalhado, pela infinidade de alternativas existentes e propostas. Porém, são raros os trabalhos que se propõem a aprofundar conceitos correlatos como o Raio Atômico (Garcez e Soares, 2017). Interessante notar que, mesmo

sendo o conteúdo mais trabalhado por meio de jogos, ainda assim a Tabela Periódica está entre os que mais demandam técnicas/metodologias para seu ensino.

Assim, a partir da primeira etapa, delimitou-se que o jogo educativo abordaria conceitos relacionados a Raio Atômico, e iniciou-se o planejamento da ação (confeção do jogo). A elaboração da intervenção levou em consideração o fato de os alunos não conhecerem o assunto. Pensando nisso, construiu-se uma atividade lúdica que seria aplicada antes do jogo, como forma de introduzir o conteúdo que posteriormente seria abordado no jogo educativo. Dessa forma, construiu-se um quebra-cabeça da Tabela Periódica (QUEBRA-RAIO) e solicitou-se aos alunos que o montassem. Assim, com o auxílio do professor, eles poderiam verificar que os átomos de cada elemento químico apresentam um Raio Atômico distinto, e que este raio cresce/decrecia ao longo das famílias e períodos (Figura 2).

Após a construção do quebra-cabeça, iniciou-se o processo de confecção do jogo educativo. Para elaboração do jogo, utilizou-se como plataforma o jogo de tabuleiro denominado Banco Imobiliário®, pelo fato de ser um jogo bastante conhecido. O jogo recebeu o nome de RAIQQUIZ (Figura 3), por se tratar de um jogo de perguntas e respostas que envolvem o conteúdo Raio Atômico. O RAIQQUIZ é composto por um tabuleiro com vinte e uma “casas”, sendo que uma delimita

Figura 2: Tabuleiro do quebra-cabeça. Fonte: Autores.

o início e outra o término do jogo (chegada), diferentemente da plataforma original (Banco Imobiliário®), que possui apenas o ponto de partida. As “casas” presentes no tabuleiro do RAIQOUIZ correspondem tanto a conceitos relacionados ao conteúdo de Raio Atômico, quanto a exemplos e perguntas.



Figura 3: Tabuleiro e objetos utilizados no Jogo RAIQOUIZ. Fonte: Autores.

A execução das ações foi precedida pela aplicação de um questionário junto ao público-alvo (alunos de 1ª série do Ensino Médio), para verificar se os alunos conheciam o assunto abordado nas atividades lúdicas. O questionário apresentava questões discursivas e objetivas acerca dos conceitos explorados nas atividades, pois, se tratando de um jogo educativo, não faria sentido aplicá-lo a alunos que já conheciam o assunto, visto que o objetivo dos jogos educativos é ensinar os conteúdos de forma lúdica, e não apenas confirmá-los ou fixá-los.

Após a análise dos questionários, iniciou-se o processo de implementação das ações (atividades lúdicas), sendo que tanto o quebra-cabeça quanto o jogo educativo foram aplicados no mesmo dia, utilizando-se duas aulas (cerca de duas horas). Para a realização das atividades, contou-se com a colaboração de um grupo de pesquisadores composto por onze pessoas,¹ que auxiliaram na execução das atividades. Os alunos se organizaram em cinco grupos, compostos por seis ou sete pessoas. Em cada grupo havia um pesquisador responsável por coordenar as discussões, enquanto os demais ficaram incumbidos de analisar o envolvimento e o aprendizado dos alunos no decorrer do processo.

A última etapa da pesquisa-ação consiste na avaliação das ações executadas, e foi realizada juntamente com o grupo de pesquisadores que participaram da aplicação das atividades lúdicas, com o intuito de promover uma ampla discussão dos

resultados obtidos tanto por meio das observações realizadas pelos pesquisadores quanto pelos métodos de coleta de dados utilizados com os discentes. Esta etapa é de suma importância no que se refere à metodologia utilizada, pois, por meio da análise e das discussões realizadas com o grupo, obtém-se um *feedback* das possibilidades do jogo educativo enquanto metodologia de ensino e aprendizagem.

Resultados e Discussões

A aplicação do QUEBRA-RAIO atingiu os objetivos propostos inicialmente, pois, ao montar o quebra-cabeça, os discentes conseguiram perceber que os átomos de diferentes elementos químicos apresentam um raio específico, e também que este raio aumenta de cima para baixo nas famílias e da direita para a esquerda nos períodos.

Os alunos ficaram instigados em entender o motivo pelo qual os raios dos átomos apresentam esse comportamento nas famílias e períodos. Esse é um dos pontos positivos da atividade lúdica, permitindo inferir que o quebra-cabeça despertou a curiosidade e o interesse dos alunos. Nos momentos de dúvida, como o mencionado, os pesquisadores participantes colaboraram com as discussões realizadas entre os participantes, sanando as eventuais dúvidas. As intervenções ocorriam também quando se percebia que os alunos estavam construindo ou se apropriando de conceitos errôneos. Nos demais casos, os alunos tinham liberdade para construir seu próprio conhecimento.

Esta mesma atividade poderia ser realizada com uma Tabela Periódica já pronta e disponibilizada aos alunos, o que é outra possibilidade. No entanto, para a aplicação de um jogo em sala de aula, o professor deve estar imbuído de um compromisso e responsabilidade lúdica (Felício, 2011), o que justifica a opção dos professores pelo uso de um quebra-cabeça para atingir o objetivo de introduzir o aluno à Tabela Periódica. Especificamente para esta atividade, não havia pretensão de discussão conceitual, mas de apresentar esta característica da tabela por meio de uma atividade mais prazerosa.

Após a realização da atividade lúdica, iniciou-se o processo de aplicação do jogo educativo, seguindo os mesmos moldes do quebra-cabeça. Os alunos continuaram organizados em grupos e os pesquisadores ficaram incumbidos de atuar como “banqueiros”, cujas principais funções seriam administrar o jogo e auxiliar os discentes na construção do conhecimento químico. As demais funções dos “banqueiros” estão descritas no Quadro 1.

Inicialmente, os pesquisadores/banqueiros realizaram a leitura das regras (Quadro 2) explicando o funcionamento do jogo, como seria conhecido o vencedor e o objetivo da atividade. Em seguida, questionaram os alunos quanto ao consenso em relação às regras, pois, segundo Kishimoto (2011a), para que os jogos não apresentem aspectos impositivos, as regras devem ser aceitas por consenso entre todos os participantes.

Após a leitura das regras, cada jogador recebeu uma peça para marcar as “casas” que percorreriam no decorrer

1. Ler por duas vezes e pausadamente as informações presentes nas cartas teóricas (seis primeiras) aos jogadores (não muito alto para não atrapalhar os outros grupos).
2. Comunicar aos jogadores a possibilidade de compra do exemplo na determinada casa, informando-os sobre o valor destes, bem como o aluguel de cada um, vendendo estes exemplos aos primeiros jogadores (Regra 3).
3. **Pagar 0,5 raio aos jogadores que acertaram as questões sem consultar outro material.**
4. Trocar dinheiro (raio) para os jogadores quando necessário.
5. Fazer o balanço de quanto raio cada jogador possui após todos os jogadores cruzarem a linha de chegada, e comunicar o vencedor do jogo.
6. Solucionar quaisquer dúvidas dos jogadores. Para isso, ele deve conhecer as regras do jogo.
7. Não permitir que um jogador empreste uma carta exemplo para outro jogador sem receber por isso, e também não permitir ajuda ou consulta de qualquer natureza que não seja do jogo.
8. **Coordenar e fiscalizar o jogo.**
9. Em caso de dúvida, procurar o responsável pelo jogo.

do jogo, além de uma quantidade de “dinheiro”, dez raios, que foram representados por raios de átomos dos elementos químicos (Figura 4) e utilizados na aquisição ou consulta de exemplos. Feito isso, iniciou-se o jogo. Como o jogo havia

sido construído para ensinar conceitos químicos, as primeiras “casas” do tabuleiro (1-6) correspondiam a conceitos teóricos relacionados a Raio Atômico; a partir da sétima “casa”, foram inseridas perguntas acerca do conteúdo já abordado. Dentre as seis primeiras “casas”, quatro apresentavam exemplos, além dos conceitos teóricos. No entanto, esses exemplos só poderiam ser consultados por meio de aquisição ou aluguel. O jogador que adquirisse um exemplo poderia receber dos seus oponentes uma quantia referente à consulta (aluguel) (Quadros 3 e 4). É importante destacar que todos os alunos tinham acesso à parte teórica, e apenas os exemplos eram restritos aos jogadores que os adquiriam ou que optassem por consultá-los por meio do “aluguel”.

No decorrer do jogo, se percebeu que boa parte dos alunos estavam bastante concentrados e participativos, principalmente nas primeiras “casas” do tabuleiro, devido à importância dos conceitos presentes nelas, os quais seriam utilizados na resolução das questões presentes nas “casas” posteriores. Nesta parte teórica do jogo, alguns alunos adotaram estratégias interessantes como, por exemplo, adquirir todos os exemplos possíveis (que auxiliariam na compreensão dos conceitos e posteriormente na resolução das questões), pois assim, se os outros alunos optassem por consultar seus exemplos, eles teriam que pagar pela consulta, aumentando o capital do proprietário em “raios”. Outros alunos optaram por não gastar seu “dinheiro” recebido inicialmente, considerando que a não utilização do patrimônio poderia determinar a vitória ao término do jogo.

Quadro 2: Regras do Jogo RAIQUIZ

1. Para iniciar o jogo, os jogadores competem entre si para determinar a ordem de jogadas. Para isso, começa o jogo quem tirar o maior número no dado. Havendo empate entre dois ou mais jogadores, estes jogam o dado novamente até haver desempate.
2. Inicialmente, cada jogador recebe uma peça para marcar sua casa e 10 raios, sendo necessário cada jogador percorrer o tabuleiro de casa em casa até a 6ª casa. As cartas relacionadas às casas iniciais (seis primeiras) contêm assuntos teóricos, que serão lidos pelo banqueiro a todos os participantes, podendo os jogadores, nesta etapa, comprar exemplos que possibilitem melhor compreensão do assunto abordado (deve-se respeitar a ordem inicial do jogo como prioridade de compra). A compra do exemplo é um investimento para o jogador, pois outro jogador que necessitar de ajuda para responder uma questão posterior, poderá pedir ao proprietário daquele exemplo para visualizá-lo (aluguel do exemplo), pagando um valor já fixado referente ao exemplo.
Observação: A tabela com o valor de cada exemplo, bem como de seu “aluguel”, encontra-se com o banqueiro, sendo que, a qualquer momento, esses valores podem ser consultados pelos jogadores.
3. A partir da 7ª casa existem perguntas referentes à teoria vista anteriormente. Nessa etapa, os jogadores devem utilizar o dado para determinar o número de casas a percorrer.
4. No momento em que o jogador lança o dado (a partir da 7ª casa), ele avançará apenas se responder à questão de forma correta. Em caso de **acerto**, sem consulta a outros exemplos, a não ser o seu próprio, o jogador ganha um bônus de 0,5 raio, que será pago pelo banqueiro. Em caso de **erro**, o jogador fica na mesma casa em que estava antes de jogar o dado, e na próxima rodada tem a possibilidade de consultar o(s) exemplo(s) que o ajude a responder à mesma questão, comprando-o(s) ou pagando “aluguel” para o respectivo proprietário. Em caso de consulta a exemplos, o jogador pode perguntar ao banqueiro quais os exemplos que podem ajudá-lo à responder a questão, e assim, o jogador paga o aluguel ao(s) respectivo(s) proprietário(s). Em caso de novo erro, na rodada seguinte o jogador paga 2 raios ao banqueiro, e pode jogar o dado novamente, continuando o jogo.
Observação: Em caso de erro da questão, o jogador perde a possibilidade de ganhar o bônus de 0,5 raio, que é válido somente se o jogador responder corretamente em sua primeira oportunidade e sem consulta a outros materiais a não ser o seu. Não é permitido, em hipótese alguma, que o jogador pague ao banqueiro 2 raios para continuar jogando sem antes ter consultado o exemplo.
5. Vence o jogo quem cruzar a linha de chegada (independente da colocação) e possuir o maior número de raio. A determinação do número de raio corresponde à soma dos raios que o jogador possui, com o valor da soma dos exemplos que o jogador adquiriu. O jogador que terminar primeiro o jogo, respondendo à questão da linha de chegada corretamente, receberá um bônus de 5 raios; o segundo colocado, 3 raios; e o terceiro, 1 raio.
Em caso de empate, o vencedor é decidido no dado, sendo que quem conseguir o maior número vence o jogo.



Figura 4: Quantidade de “dinheiro” recebido por cada jogador. Fonte: Autores.

Quadro 3: Preços dos exemplos e o aluguel de cada um

CARTA	PREÇO PARA COMPRAR	PREÇO PARA ALUGUEL
E2	3 raios	0,5 raio
E3	4 raios	1 raio
E4	5 raios	2 raios
E6	4 raios	1 raio

Quadro 4: Exemplos que podem facilitar na resposta das perguntas

PERGUNTA	EXEMPLO(S)
7	E2; E3; E6
8	-
9	E4; E6
10	E2; E3
11	E4; E6
12	E6
13	E4
14	E4; E6
15	E2; E3
16	E4; E6
17	E2; E3
18	E6
19	E4
CHEGADA	E2; E3

Analisando o desempenho dos alunos, constatou-se que não houve dúvida no que se refere à parte teórica (seis primeiras “casas”), na qual foram abordados conceitos relacionados a Raio Atômico (Quadro 5). Contudo, a partir da sétima “casa”, quando ocorre a inserção de questões

(Quadro 6), uma pequena parcela de alunos (cerca de 12%) apresentou dificuldades, tanto por não terem prestado atenção aos conceitos elencados no início do jogo quanto pelo fato de que alguns assuntos teriam sido abordados com uma linguagem mais complexa.

Os pesquisadores inseridos nos grupos ressaltaram que, nessa parcela de alunos, a dificuldade estava relacionada às “casas” que abordaram os conceitos ou questões relacionadas ao Efeito Blindagem e à Carga Nuclear Efetiva (Zef), que foram os conceitos que mais necessitaram de intervenção por parte dos pesquisadores, pois os alunos não conseguiram compreender o que as cartas apresentavam ou questionavam.

Banqueiro: Compare o raio atômico dos átomos dos elementos ${}_{40}\text{Zr}$ e ${}_{45}\text{Rh}$, através da carga nuclear efetiva (Zef) e, se necessário, pelo efeito blindagem, e diga qual apresenta maior raio.

A1: *Ishi*, como que vou comparar o raio desses elementos? Entendi que ele cresce de cima para baixo nas famílias e da direita para esquerda nos períodos, mas não sei responder por essa carga nuclear.

A2: Eu também não entendi essas cartas de blindagem nem carga nuclear.

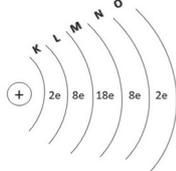
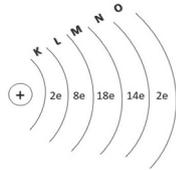
Nesse sentido, destacamos a capacidade de avaliação diagnóstica do jogo, tanto em relação à aprendizagem dos alunos, quanto à metodologia de ensino utilizada, pois a própria dinâmica do jogo evidenciou a necessidade de melhoria dos conceitos e perguntas referentes aos assuntos mencionados. De acordo com Cavalcanti e Soares (2009), essa característica do jogo é decorrente do ambiente de liberdade que ele proporciona aos alunos, que culmina em sua maior interação com os demais e com o próprio professor.

Os alunos que apresentavam mais dificuldade nas aulas de Química foram os mais participativos e os que obtiveram os melhores resultados no jogo. Com exceção de uma pequena parcela de alunos que não prestaram atenção no jogo

Quadro 5: Conceitos e exemplos abordados nas seis primeiras casas do jogo RAIQUIZ

NÚMERO DA CASA	CONCEITO/EXEMPLO									
1	Para medir o Raio Atômico, utiliza-se a técnica de Difração de Raios X, que consiste em fazer um feixe de raios X atravessar uma amostra de um material sólido constituído por átomos ou íons de um único elemento químico.									
2	Em uma mesma família da tabela periódica, cada elemento ocupa um período diferente que está relacionado ao número de níveis de energia que o átomo possui. Sendo que quanto maior o número de níveis de energia, maior será o raio do átomo do elemento químico.									
E2 ^a	<p style="text-align: center;">Família IA</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> ${}^3\text{Li}$ $1s^2$ $2s^1$ </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> ${}^{11}\text{Na}$ $1s^2$ $2s^2 2p^6$ $3s^1$ </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> ${}^{19}\text{K}$ $1s^2$ $2s^2 2p^6$ $3s^2 3p^6$ $4s^1$ </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2^o Período</td> <td style="text-align: center;">3^o Período</td> <td style="text-align: center;">4^o Período</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2 Níveis de Energia</td> <td style="text-align: center;">3 Níveis de Energia</td> <td style="text-align: center;">4 Níveis de Energia</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Portanto, o raio do K é maior que o raio do Na que, por sua vez, é maior que do Li.</p>	${}^3\text{Li}$ $1s^2$ $2s^1$	${}^{11}\text{Na}$ $1s^2$ $2s^2 2p^6$ $3s^1$	${}^{19}\text{K}$ $1s^2$ $2s^2 2p^6$ $3s^2 3p^6$ $4s^1$	2 ^o Período	3 ^o Período	4 ^o Período	2 Níveis de Energia	3 Níveis de Energia	4 Níveis de Energia
${}^3\text{Li}$ $1s^2$ $2s^1$	${}^{11}\text{Na}$ $1s^2$ $2s^2 2p^6$ $3s^1$	${}^{19}\text{K}$ $1s^2$ $2s^2 2p^6$ $3s^2 3p^6$ $4s^1$								
2 ^o Período	3 ^o Período	4 ^o Período								
2 Níveis de Energia	3 Níveis de Energia	4 Níveis de Energia								
3	Em uma família da Tabela Periódica, o raio atômico aumenta de cima para baixo, conforme aumenta o número atômico (Z) e o número de níveis de energia do átomo.									
E3 ^a	<p style="text-align: center;">Família IIA</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> ${}^4\text{Be}$ $1s^2$ $2s^2$ </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> ${}^{12}\text{Mg}$ $1s^2$ $2s^2 2p^6$ $3s^2$ </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> ${}^{20}\text{Ca}$ $1s^2$ $2s^2 2p^6$ $3s^2 3p^6$ $4s^2$ </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Z = 4</td> <td style="text-align: center;">Z = 12</td> <td style="text-align: center;">Z = 20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2 Níveis de Energia</td> <td style="text-align: center;">3 Níveis de Energia</td> <td style="text-align: center;">4 Níveis de Energia</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Portanto, o raio do Ca é maior que o raio do Mg que, por sua vez, é maior que do Be.</p>	${}^4\text{Be}$ $1s^2$ $2s^2$	${}^{12}\text{Mg}$ $1s^2$ $2s^2 2p^6$ $3s^2$	${}^{20}\text{Ca}$ $1s^2$ $2s^2 2p^6$ $3s^2 3p^6$ $4s^2$	Z = 4	Z = 12	Z = 20	2 Níveis de Energia	3 Níveis de Energia	4 Níveis de Energia
${}^4\text{Be}$ $1s^2$ $2s^2$	${}^{12}\text{Mg}$ $1s^2$ $2s^2 2p^6$ $3s^2$	${}^{20}\text{Ca}$ $1s^2$ $2s^2 2p^6$ $3s^2 3p^6$ $4s^2$								
Z = 4	Z = 12	Z = 20								
2 Níveis de Energia	3 Níveis de Energia	4 Níveis de Energia								
4	<p>Para comparar o raio de átomos de elementos químicos em um mesmo período, calculamos a carga nuclear efetiva (Z_{ef}), que é a atração exercida pelo núcleo sobre os elétrons mais externos.</p> <p>Fórmula:</p> $Z_{ef} = Z - S$ <p>Z: Número Atômico S: Número total de elétrons dos níveis internos</p> <p>Quanto maior a Z_{ef}, maior a atração do núcleo sobre os elétrons do último nível de energia e menor o raio atômico.</p>									
E4 ^a	<p style="text-align: center;">2^o Período</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> ${}^6\text{C}$ $1s^2$ $2s^2 2p^2$ </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> ${}^8\text{O}$ $1s^2$ $2s^2 2p^4$ </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"> ${}^9\text{F}$ $1s^2$ $2s^2 2p^5$ </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> Z_{ef} do C: $Z_{ef} = Z - S$ $Z_{ef} = 6 - 2$ $Z_{ef} = 4$ </td> <td style="text-align: center;"> Z_{ef} do O: $Z_{ef} = Z - S$ $Z_{ef} = 8 - 2$ $Z_{ef} = 6$ </td> <td style="text-align: center;"> Z_{ef} do F: $Z_{ef} = Z - S$ $Z_{ef} = 9 - 2$ $Z_{ef} = 7$ </td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">A Z_{ef} do F é maior que a do O e do C. Portanto, o raio do C é maior que o raio do O, que por sua vez é maior que do F.</p>	${}^6\text{C}$ $1s^2$ $2s^2 2p^2$	${}^8\text{O}$ $1s^2$ $2s^2 2p^4$	${}^9\text{F}$ $1s^2$ $2s^2 2p^5$				Z_{ef} do C: $Z_{ef} = Z - S$ $Z_{ef} = 6 - 2$ $Z_{ef} = 4$	Z_{ef} do O: $Z_{ef} = Z - S$ $Z_{ef} = 8 - 2$ $Z_{ef} = 6$	Z_{ef} do F: $Z_{ef} = Z - S$ $Z_{ef} = 9 - 2$ $Z_{ef} = 7$
${}^6\text{C}$ $1s^2$ $2s^2 2p^2$	${}^8\text{O}$ $1s^2$ $2s^2 2p^4$	${}^9\text{F}$ $1s^2$ $2s^2 2p^5$								
Z_{ef} do C: $Z_{ef} = Z - S$ $Z_{ef} = 6 - 2$ $Z_{ef} = 4$	Z_{ef} do O: $Z_{ef} = Z - S$ $Z_{ef} = 8 - 2$ $Z_{ef} = 6$	Z_{ef} do F: $Z_{ef} = Z - S$ $Z_{ef} = 9 - 2$ $Z_{ef} = 7$								
5	Quando os elementos possuem o mesmo valor de Z _{ef} e o mesmo número de níveis de energia, devemos analisar o raio através do efeito blindagem.									

Quadro 5: Conceitos e exemplos abordados nas seis primeiras casas do jogo RAIQQUIZ (cont.)

6	Em um mesmo período o número de níveis de energia é igual, então para compararmos o raio analisamos a atração dos prótons (núcleo) pelos elétrons do último nível de energia. Devemos considerar que os elétrons dos níveis internos blindam a atração que o núcleo exerce sobre os elétrons do último nível. Sendo que quanto maior a blindagem, menor o raio.
E6 ^a	<p style="text-align: center;">Família VA</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: left;"> <p>³⁸Sr</p> <p>K 1s²</p> <p>L 2s² 2p⁶</p> <p>M 3s² 3p⁶ 3d¹⁰</p> <p>N 4s² 4p⁶</p> <p>O 5s²</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: left;"> <p>⁴⁴Ru</p> <p>K 1s²</p> <p>L 2s² 2p⁶</p> <p>M 3s² 3p⁶ 3d¹⁰</p> <p>N 4s² 4p⁶ 4d⁶</p> <p>O 5s²</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p style="text-align: center;">O Ru possui maior blindagem que o Sr, portanto, o raio do Ru é menor que do Sr.</p>

^aExemplos relacionados aos conceitos apresentados nas respectivas casas.

Quadro 6: Questões abordadas a partir da sétima casa do jogo RAIQQUIZ

NÚMERO DA CASA	PERGUNTAS
7	Na tabela periódica, como o raio cresce em uma família e em um período, respectivamente? a) De cima para baixo e da esquerda para a direita; b) De baixo para cima e da direita para a esquerda; c) De baixo para cima e da esquerda para a direita; d) De cima para baixo e da direita para a esquerda.
8	Qual técnica é utilizada para medir o raio atômico de um elemento químico? a) Excitação eletrônica; b) Difração de Raios X; c) Ressonância Magnética Nuclear (RMN); d) Infravermelho.
9	Nos períodos da tabela periódica, o raio é maior em qual das famílias? a) Família IB; b) Família VIIA; c) Família IA; d) Família VIIIA.
10	Julgue a afirmativa a seguir como verdadeira ou falsa: “Em uma família da tabela periódica, quanto maior o número de níveis de energia, menor será o raio”. a) Falsa; b) Verdadeira.
11	O sal de cozinha (NaCl), que utilizamos em casa, é composto por dois elementos químicos distintos, sendo eles: Na (Sódio) e Cl (Cloro), ambos do 3º período. Qual átomo dos elementos presentes no sal de cozinha possui o maior raio, o Na ou o Cl?
12	Verificamos que o raio atômico é comparado através da carga nuclear efetiva (Z _{ef}). No entanto, quando a Z _{ef} é igual para os átomos dos elementos, o que devemos fazer para comparar seus raios?
13	Julgue a afirmativa a seguir como verdadeira ou falsa: “Quanto maior a carga nuclear efetiva (Z _{ef}), menor o raio atômico do átomo do elemento químico”. a) Verdadeira; b) Falsa.
14	Compare o raio atômico dos átomos dos elementos ⁴⁰ Zr e ⁴⁵ Rh, através da carga nuclear efetiva (Z _{ef}) e, se necessário, pelo efeito blindagem, e diga qual apresenta maior raio.
15	Qual átomo dos elementos químicos presentes na família IIA possui maior raio: ⁴ Be ou ²⁰ Ca? Justifique sua resposta.
16	Qual átomo de elemento químico do 6º período possui menor raio: ⁵⁶ Ba, ⁷⁵ Re ou ⁷⁸ Pt? Justifique sua resposta através de cálculos/fórmulas.

17	Qual átomo de elemento químico da família VIIA possui menor raio: $_{17}\text{Cl}$, $_{35}\text{Br}$ ou $_{85}\text{At}$? Justifique sua resposta através dos níveis de energia.
18	Através do efeito blindagem, explique qual átomo de elemento químico do 4º período possui menor raio: $_{19}\text{K}$ ou $_{33}\text{As}$?
19	“Sabe-se que quanto maior a carga nuclear efetiva (Zef) maior é o raio”. Verifique se a afirmação acima está correta (se não estiver, faça as devidas correções). Através da Zef, identifique qual destes átomos possui maior raio: $_{24}\text{Cr}$ ou $_{32}\text{Ge}$?
CHEGADA	O hidrogênio (H), bastante utilizado como combustível de foguetes, e também o céσιο (Cs), muito utilizado na fabricação de baterias alcalinas, pertencem à família IA. Qual dentre os átomos desses elementos químicos possui o menor raio atômico?

(e estão dentro dos 12% que apresentaram dificuldade para responder às perguntas) e erraram questões que já haviam sido respondidas pelos seus colegas, os demais se saíram muito bem, conseguindo até mesmo relacionar o que haviam aprendido na atividade anterior (quebra-cabeça) com o jogo RAIQUIZ. A questão presente na “casa” de número sete, relacionada à variação dos raios atômicos nas famílias e períodos, elucidada bem esses aspectos, pois os alunos recorreram à montagem do quebra-cabeça para respondê-la.

Banqueiro: Na tabela periódica, como o raio cresce em uma família e em um período, respectivamente?

- De cima para baixo e da esquerda para a direita;
- De baixo para cima e da direita para a esquerda;
- De baixo para cima e da esquerda para a direita;
- De cima para baixo e da direita para a esquerda.

A3: É a “d”, eu lembro que quando a gente tava montando o quebra-cabeça, que aumentava nas famílias de cima para baixo e nos períodos da direita para a esquerda.

A4: Verdade, o professor até falou pra gente que isso era importante quando a gente fosse jogar o outro jogo.

O método de coleta de dados possibilitou verificar que a complexidade do jogo não desestimulou os alunos. Pelo contrário, conduziu a maior participação, que consequentemente auxiliou na construção do conhecimento químico de forma coletiva. Embora seja um jogo no qual a disputa é recorrente, verificou-se, em alguns momentos, que os alunos que haviam compreendido o que estava sendo discutido auxiliavam os colegas que estavam em dúvida quanto à resposta correta.

Banqueiro: Julgue a afirmativa a seguir em verdadeiro ou falso:

“Em uma família da tabela periódica, quanto maior o número de níveis de energia, menor será o raio”.

- Falso;
- Verdadeiro.

A5: Huum... Eu sei que tem a ver com a blindagem, mas não lembro se ela faz com que o raio aumenta ou diminui.

A4: A5, o aumento do efeito blindagem faz com

que o raio seja menor.

A7: A4, não ajuda ele não!! Deixa ele pedir ajuda dos exemplos pra mim ganhar dinheiro, haha.

A5: Aaaah sim, valeu A4, você tem razão. Agora eu lembrei.

Aplicamos um questionário pós-jogo, para verificar se, após a execução das duas atividades lúdicas, os alunos adquiriram algum conhecimento sobre Raio Atômico (Quadro 7). Ao término das atividades, observamos que 36,4% acertaram todas as questões; 36,4% dos alunos acertaram 3/4 das questões; 22,7% acertaram a metade das questões e 4,5% acertaram apenas 1/4 das questões presentes nos questionários (Figura 5). Embora o questionário seja uma ótima ferramenta de coleta de dados, cabe ressaltar que, após a aplicação de qualquer metodologia de ensino, haverá melhoria no aprendizado dos alunos. No entanto, o desempenho dos alunos nos chamou a atenção, pois a maioria conseguiu acertar pelo menos a metade das questões propostas no questionário pós-jogo, ou seja, quase todos os alunos conseguiram aprender, de alguma forma, pelo menos a metade dos conceitos explorados no jogo, o que consideramos um resultado muito bom para um jogo educativo, no qual o conceito foi explorado durante o jogo e não depois dele.

A análise da aprendizagem dos alunos, verificada tanto nos questionários, quanto nas análises de discurso e observação dos pesquisadores, permite inferir que o jogo educativo é uma metodologia de ensino que, além de favorecer a aprendizagem dos alunos, torna-os ativos no processo de construção do próprio conhecimento, pois na maior parte do jogo os discentes foram os agentes (como se observa na fala dos alunos A8 e A9), diferentemente de boa parte das aulas expositivas e jogos didáticos que os colocam em uma posição de sujeitos passivos.

A8: Eu gostei do jogo porque a gente aprendeu se divertindo, muito melhor do que essas aulas chatas que a gente tem.

A9: [...] o professor deixou a gente brincar, e isso ajudou a entender melhor as coisas de Química.

De acordo com os pesquisadores envolvidos na aplicação, as atividades conseguiram despertar a atenção dos alunos e envolvê-los ao longo do processo, possibilitando a

1. Qual técnica é utilizada para medir o raio atômico de um elemento químico?
 a) () Excitação Eletrônica;
 b) (X) Difração de Raios X;
 c) () Ressonância Magnética Nuclear (RMN);
 d) () Infravermelho.

2. Nos períodos da tabela periódica, o raio cresce da direita para a esquerda e nas famílias de cima para baixo. Julgue esta afirmativa como verdadeira ou falsa:
 a) (X) Verdadeira;
 b) () Falsa.

3. Qual a fórmula utilizada para comparar o raio atômico dos átomos dos elementos químicos em um mesmo período?

$$Z_{ef} = Z - S$$

4. Qual átomo de elemento da família IVA possui maior raio, ${}_{6}C$ ou ${}_{32}Ge$? Justifique sua resposta.
Germânio, pois possui elétrons distribuídos em quatro níveis de energia, o que consequentemente faz com que o seu raio seja maior que do átomo de carbono, cujos elétrons se distribuem por apenas dois níveis de energia no estado fundamental.

construção do conhecimento relacionado a Raio Atômico. Entretanto, se percebeu a necessidade de realizar algumas alterações no jogo, para torná-lo ainda mais educativo. O grupo envolvido na aplicação das atividades sugeriu as seguintes alterações para melhoria da atividade:

- Aumento na quantidade de exemplos das primeiras “casas”;
- Aumento na quantidade de perguntas para uma mesma “casa”;
- Aumento na quantidade de perguntas para a “casa” de chegada (de uma para sete perguntas), para que não ocorresse repetição de nenhuma pergunta na linha de chegada;
- Diminuição da quantidade de regras;
- Diminuição dos valores dos exemplos;

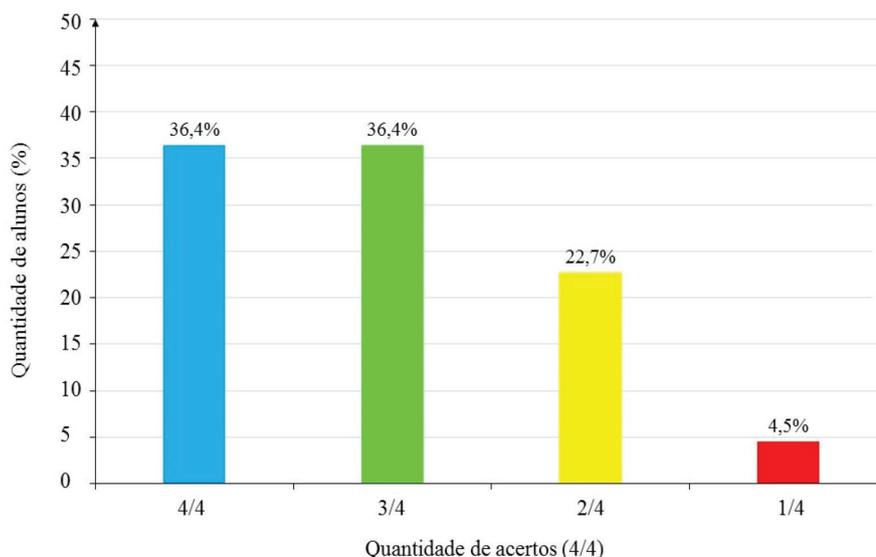


Figura 5: Gráfico da quantidade de acerto das questões pós-jogo × porcentagem de alunos. Fonte: Autores.

- Melhoria dos conceitos relacionados ao Efeito Blindagem e à Carga Nuclear Efetiva (Z_{ef}).

Dentre as sugestões apontadas pelos pesquisadores, destacamos a melhoria dos conceitos relacionados ao Efeito Blindagem e à Carga Nuclear Efetiva (Z_{ef}), pois, de acordo com as ponderações dos pesquisadores e do *feedback* obtido por parte dos alunos, foram os únicos aspectos que em alguns momentos atrapalharam a fluência do jogo. Assim, pretende-se incorporar tais sugestões ao jogo, realizando as alterações descritas nas aplicações posteriores, dando então continuidade ao ciclo da pesquisa-ação.

Considerações Finais

O jogo RAIQOUIZ evidenciou a importância do planejamento antes de se criar e executar qualquer atividade lúdica, sendo necessário reavaliar o processo a cada aplicação em busca de melhoria da prática, pois mesmo com muito planejamento, o jogo ainda apresentou alguns aspectos a serem melhorados. Portanto, as (re)avaliações das ações desenvolvidas são fundamentais para construção de uma prática consistente que possa contribuir para a aprendizagem dos alunos. Dessa forma, a pesquisa-ação consolidou-se como uma importante metodologia para os pesquisadores que pretendem utilizar jogos educativos.

O desenvolvimento do jogo educativo possibilitou verificar o quanto o lúdico é importante nos processos de ensino e aprendizagem, e que esta metodologia contribui para a aprendizagem dos alunos, colocando-os em uma posição de protagonismo da construção de seu próprio conhecimento, diferentemente do que ocorre em algumas aulas expositivas e em alguns jogos didáticos, nos quais a passividade dos discentes é evidenciada (Rezende, 2017).

Nesse sentido, é de fundamental importância o compromisso dos professores na proposição de atividades de

cunho pedagógico, pois tanto os resultados obtidos quanto as pesquisas realizadas por Garcez (2014) e Rezende (2017) ressaltam o papel do lúdico enquanto metodologia de ensino e aprendizagem, sendo que o seu desconhecimento não contribui com a aprendizagem dos alunos, reduzindo as aulas a momentos recreativos.

Portanto, o jogo educativo cumpriu seu papel de metodologia de ensino e aprendizagem, auxiliando o docente a trabalhar os conceitos de Raio Atômico com os alunos de Ensino Médio da escola campo, pois ele explorou o protagonismo dos alunos, e consequentemente favoreceu o aprendizado.

Nota

¹Importante destacar que as atividades lúdicas aqui descritas podem ser aplicadas em sala de aula por um único professor. Em nossa pesquisa, contou-se com a colaboração de onze pessoas, alunos da disciplina de Estágio Supervisionado

de uma das instituições dos autores, para facilitar a análise dos resultados, pois um único pesquisador não conseguiria analisar todas as ações dos alunos.

Felipe Augusto de Mello Rezende (felipemelloquimica@hotmail.com) é licenciado em Química pelo Instituto Federal Goiano (IFGoiano) – Campus Uruaí. Mestre e doutorando em Educação em Ciências e Matemática na Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO – BR. **Christina Vargas Miranda e Carvalho** (chrisvmirandac@gmail.com) é licenciada em Química pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FAFI) – Formiga, mestra em Ciências Moleculares pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) – Anápolis e professora do IFGoiano – Campus Uruaí. Uruaí, GO – BR. **Lucas Caixeta Gontijo** (lucas.gontijo@ifgoiano.edu.br) é licenciado e bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). É mestre e doutor em Química com ênfase em Química Analítica pela UFU e professor do IFGoiano – Campus Uruaí. Uruaí, GO – BR. **Márlon Herbert Flora Barbosa Soares** (marlon@ufg.br) é licenciado em Química pela UFU, mestre em Química e doutor em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos. É professor associado na UFG, onde coordena o Laboratório de Educação Química e Atividades Lúdicas (LEQUAL). Goiânia, GO – BR.

Referências

BRASIL. Subsecretaria Regional de Educação do Estado de Goiás. *Currículo referência da rede estadual de educação de Goiás*. 2012. Disponível em <http://www.seduc.go.gov.br/imprensa/documentos/arquivos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%AAncia/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%AAncia%20da%20Rede%20Estadual%20de%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20de%20Goi%C3%A1s!.pdf>, acessado em Fevereiro 2019.

BROUGÈRE, G. *Jogo e educação*. 1ª ed. Porto Alegre: ARTMED, 1997.

_____. Lúdico e educação: novas perspectivas. *Linhas Críticas*, v. 8, n. 14, p. 5-20, 2002.

CARBULONI, C. F.; OLIVEIRA, J. B.; SANTOS, K. B. e RIVELINI-SILVA, A. C. Levantamento bibliográfico em revistas brasileiras de ensino: artigos sobre o conteúdo tabela periódica. *Actio*, v. 2, n. 1, p. 225-242, 2017.

CAVALCANTI, E. L. D. e SOARES, M. H. F. B. O uso do jogo de rolas (*role playing 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.

DUFLO, C. *O jogo: de Pascal a Schiller*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

FELÍCIO, C. M. *Do compromisso à responsabilidade lúdica: ludismo no ensino de química na formação básica e profissionalizante*. Tese (Doutorado em Química). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

FERREIRA, A. B. H. *Aurélio Júnior: dicionário escolar da língua portuguesa*. 2ª ed. Curitiba: Positivo, 2011.

FRÖBEL, F. *A educação do homem*. Passo Fundo: UPF, 2001.

GARCEZ, E. S. C. *O lúdico em ensino de química: um estudo estado da arte*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

_____. e SOARES, M. H. F. B. 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.

HEILAND, H. *Friedrich Fröbel*. Trad. I. Monfredini. Recife: Fundação Joaquim Nabuco/Editora Massangana, 2010.

KISHIMOTO, T. M. (Org.). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. 14ª ed. São Paulo: Editora Cortez, 2011a.

_____. *O brincar e suas teorias*. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2011b.

PIAGET, J. *A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.

REZENDE, F. A. M. *Jogos no ensino de química: um estudo sobre a presença/ausência de teorias de ensino e aprendizagem à luz do V epistemológico de Gowin*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

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

_____. *O lúdico em química: jogos e atividades aplicadas ao ensino de química*. Tese (Doutorado em Química). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

Abstract: *RAIOQUIZ: Discussion of a Concept of Periodic Property through an Educational Game*. The present research aimed to propose and apply a game activity and an educational game, designed to teach Chemical concepts to High School students. After the identification of the problem and delimitation of the content related to Atomic Radius, a game activity and an educational game about the respective subject were made and applied to students of the 1st grade of a public secondary school. Data were collected using qualitative methods, such as: questionnaires, participant observation and humor maps, which aided the analysis of the results. Through the activities developed, one can see how educational games are important for the teaching and learning processes, because they place the students in a position of protagonists of the construction of their own knowledge, which usually does not occur in didactic games or in traditional classes, marked by the passivity of the students.

Keywords: educational game, game activity, action-research, teaching and learning