



NA “PELE” DE SHERLOCK HOLMES: EM BUSCA DE UM ENSINO DE QUÍMICA MAIS INVESTIGATIVO E DESAFIADOR

In the flesh of Sherlock Holmes: searching of a more investigative and challenging chemistry education

En la “piel” de Sherlock Holmes: buscando una enseñanza química más investigativa y desafiadora

AUTOR:

WELINGTON FRANCISCO¹

ORCID 0000-0002-1023-6389

¹Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA)

Resumo

Na tentativa de discutir novas perspectivas teórico-metodológicas do jogo no ensino de ciências, esta pesquisa tem o objetivo apresentar uma proposta que envolve o uso de casos investigativos (CI) em uma vertente lúdica, com uma adaptação do jogo Scotland Yard, como uma alternativa para ensinar química. Nesse sentido, o artigo traz uma breve revisão tanto sobre o papel dos jogos quanto dos casos investigativos no ensino de ciências, a fim de possibilitar uma reflexão teórica sobre as características e o que vem sendo feito a respeito de cada instrumento. Por fim, é proposta uma discussão de como é possível promover um ensino de químico mais investigativo e desafiador elaborando o jogo Scotland Yard Químico e suas características.

Palavras-Chave: Caso investigativo; Jogo; Ensino/aprendizagem.

Abstract

Attempting to discuss new theoretical-methodological prospects about games in science teaching, the goal this work is to present a proposal that involves the investigative cases use in a playful strand with an adaptation of Scotland Yard game how an alternative to teach chemistry. Thus, the article brings a brief review both on the role of games and on investigative cases in the science teaching in order to enable a theoretical reflection about each instrument and some results in the literature. Lastly, we propose a discussion how it is possible promoting a more investigative and challenging chemical education with the elaboration of the Chemistry Scotland Yard game.

Keywords: Investigative case; Game; Teaching/learning.

Resumen

En el intento de discutir nuevas perspectivas teórico-metodológicas del juego en la enseñanza de las ciencias, esta pesquisa tiene como objetivo presentar una propuesta que involucra el uso de casos investigativos (CI) en el abordaje lúdico, con una adaptación del juego Scotland Yard, como una alternativa para enseñar química. Así, el artículo trae una breve revisión sobre la función de los juegos e de los CI en la enseñanza de las ciencias, a fin de posibilitar una reflexión teórica de las características y de los trabajos en la literatura. Al final es hecha la propuesta de promover una enseñanza química más investigativa y desafiadora elaborando el juego Scotland Yard Químico, además de sus particularidades.

Palabras clave: Caso investigativo; Juego; Enseñanza/aprendizaje.



Para citar este artigo:

FRANCISCO, W. Na “Pele” de Sherlock Holmes: em busca de um Ensino de Química mais Investigativo e Desafiador. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, Foz do Iguaçu, v. 01, n. 01, p. 26-46, jan./jul. 2017.





INTRODUÇÃO

O ensino de química deve suscitar nos estudantes a capacidade de questionar, argumentar, criticar e refletir a própria realidade sobre a importância e a necessidade da química na sociedade (BRASIL, 2001). Para isso, alguns autores apontam a utilização da experimentação, de casos investigativos, de criação e usos de vídeos e de jogos para tentar modificar o ensino de química, deixando-o mais dinâmico e descontraído (FRANCISCO e BENITE, 2016; FRANCISCO JUNIOR e BENIGNO, 2014; FRANCISCO, 2013; MESSEDER NETO e MORADILLO, 2013; SOARES, 2013; CUNHA, 2012; CAVALCANTI, 2011; GUIMARÃES, 2009; MARCONDES, 2008).

Em se tratando dos jogos para o ensino de química, uma das principais características é trabalhar os conceitos químicos de forma mais dinâmica e divertida em sala de aula, fato que é apontado pelas Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006). Além disso, Oliveira e Soares (2005, p. 285) destacam que “o uso do lúdico para ensinar diversos conceitos em sala de aula pode ser uma maneira de despertar o interesse intrínseco ao ser humano e, por consequência, motivá-lo para que busque soluções e alternativa que resolvam e expliquem as atividades propostas”.

É na busca de soluções e alternativas de resolução que é possível utilizar os casos investigativos em uma abordagem lúdica, pois os casos narram histórias de personagens que estão vivendo um dilema que precisa ser resolvido (HERREID, 1997; SÁ, FRANCISCO e QUEIROZ, 2007). Esses dilemas e problemas desafiam os estudantes a propor soluções para o caso, forçando-os a uma tomada de decisão. Quando esse desafio se torna prazeroso e divertido, os estudantes podem se mobilizar ainda mais porque estão “brincando” de aprender.

É nesse sentido que o objetivo desse texto é apresentar uma proposta metodológica envolvendo o uso de casos investigativos em uma vertente lúdica, com uma adaptação do jogo *Scotland Yard*, como uma alternativa para ensinar química.

Jogos: o que são? Quais suas características?

Apesar da dificuldade em esclarecer o que é jogo, devido à amplitude de significados linguísticos e semânticos, adotar-se-á neste trabalho a definição de jogo apontado por Soares (2013, p. 49): “jogo é qualquer atividade lúdica que tenha regras claras e explícitas, estabelecidas na sociedade, de uso comum e tradicionalmente aceitas, sejam de competição ou de cooperação”. Ao passo que, atividade lúdica é a ação que ressalta o prazer e a diversão nos sujeitos, com livre espontaneidade de participação e com regras específicas para a condução da atividade (SOARES, 2013).

Essa definição é um reflexo de discussões que se iniciaram na década de 60 até os dias atuais. A partir dessas discussões, vários autores indicam diferentes características do jogo que permitem entender a definição adotada neste trabalho e a sua natureza, sendo elas:

- A voluntariedade do jogo e dos participantes (CHSRISTEI e JOHNSEN, 1997; CALLOIS, 2001): que está relacionada a não obrigação de participar, pois assim compromete-se o prazer e a diversão da atividade;
- A liberdade (BROUGERE, 1998; CALLOIS, 2001; HUIZINGA, 2001): arraigada às formas de participar e interagir com o jogo, de se expressar e atuar nas tarefas;
- O caráter não sério, o prazer ou o lúdico (BROUGERE, 1998; HUIZINGA, 2001): envolvido com a diversão durante a atividade, a não preocupação de acontecer ou a necessidade de conquistar algo;
- A curiosidade (SOARES, 2013): nunca diga aos sujeitos (estudantes) o que será feito ou qual a finalidade da atividade lúdica. Desperte a imaginação e quando necessário, peça para trazer objetos que serão usados na atividade.



- As regras (CHATEAU, 1984; CALLOIS, 2001; HUIZINGA, 2001): permitem o andamento do jogo, os jogadores também devem dominá-las e compreendê-las para que o jogo prossiga.

Neste último ponto é importante aprofundar um pouco mais, pois “para um jogo funcionar adequadamente em sala de aula, faz-se necessário uma boa regra e que ela seja extremamente clara” (SOARES, 2013, p. 43). Elas funcionam como uma ordem e uma orientação para a realização das atividades ou tarefas a serem executadas. Sem elas, os jogadores não conseguem jogar. Para qualquer jogo, seja ele conhecido ou não, primeiramente é preciso esclarecer todas as regras, ou caso não se tenham ainda, é preciso defini-las no grupo antes de começar a jogar.

De acordo com Chateau (1984), existem quatro formas diferentes de se criar e formular regras. A primeira é a por tradição, que não sofre muitas alterações durante várias gerações. A segunda é a inventada, que tem sua origem em alguma atividade já conhecida e consentida. A terceira é a imitada ou adaptada, que toma como base outras atividades já conhecidas. A quarta é a instintiva, ou seja, está implícita na própria atividade ou tarefas a serem realizadas. Soares (2013, p. 42) destaca também a relação entre as regras explícitas e implícitas, diferenciando-as em:

As regras explícitas são as próprias regras declaradas e consensuais de um jogo, as implícitas são as habilidades mínimas necessárias para que se possa praticar um jogo em que há regras explícitas. Isto é, no jogo de basquete solitário, fica implícita a necessidade de se saber no mínimo, jogar a bola ao cesto. Explicitamente, determinam-se quantas vezes é necessário que a bola passe o aro para que o jogo acabe ou prossiga.

Os jogos também podem ser classificados de acordo com seus níveis de interação, sendo eles (SOARES, 2013):

- Primeiro: trata-se da manipulação de materiais que podem servir como simuladores de conceitos apresentados pelo professor, com regras e sem vencedores ou perdedores. São exemplos desse nível jogos de cooperação. Por vezes, a experimentação pode ser vista como atividades de cooperação;
- Segundo: utiliza-se de uma determinada atividade, em que o jogo é conduzido na forma de competição entre os estudantes com o mesmo objetivo. Como exemplos se têm os jogos de cartas e tabuleiros;
- Terceiro: envolve a manipulação de um material como um brinquedo, pensando em obter uma atividade lúdica. Um exemplo são as propostas de modelos com bolas de isopor e varetas, para representar ligações químicas e geometria molecular;
- Quarto: abrange a utilização de atividades na forma de histórias em quadrinhos e/ou atividades de expressão corporal (analogias corporais e simulações com o corpo).

Os jogos e sua relação com o ensino de química: uma breve revisão

Em se tratando do uso de jogos para o ensino de química, a principal função é aumentar a atração e a atenção dos estudantes para aprender. Cavalcanti (2011, p. 30) aponta que “a tentativa é de tornar mais atraente e significativo o ensino de química para os alunos, ajudando a sanarem falhas conceituais que surgiram tanto no ensino médio quanto no ensino superior”.

Viana et al. (2012) destacam, em seu trabalho aplicado para alunos do ensino médio, a importância da utilização dos jogos e das atividades lúdicas no ensino de química, pois esta metodologia deixa as aulas mais interessantes, descontraídas e diferenciadas, aumentando a



participação dos alunos e conseqüentemente proporcionando uma aprendizagem mais significativa do ponto de vista pedagógico.

Cunha (2012) destaca em uma de suas pesquisas a grande importância dos professores e pesquisadores em educação química saber o significado do lúdico na aprendizagem, pois o sucesso do jogo depende dos conhecimentos prévios sobre a metodologia.

Messeder Neto e Moradillo (2013) afirmam que os jogos no ensino de química possuem uma grande importância e são usados como uma maneira do professor direcionar aos estudantes uma atividade prazerosa, e que ajude no aprendizado.

Em um trabalho de revisão, Crespo e Giacomini (2011) mostram que 81% dos trabalhos realizados com jogos entre os anos de 2000 e 2010 estão voltados para o ensino médio, enquanto apenas 9% se concentram no ensino superior. As autoras creditam essa porcentagem à própria dificuldade da disciplina de química, que exige maior grau de abstração e imaginação dos estudantes para a compreensão dos conceitos.

Outra possível explicação pode estar relacionada com o processo conhecido como adultificação dos alunos nessa fase, em que a maioria é adulta ou estão em fase de transição de adolescentes para adulto. De acordo com Soares (2013, p. 26-27), “o adulto é capaz de brincar, de jogar, e de se divertir. O que difere a brincadeira do adulto daquelas praticadas pelas crianças é certos limites de fantasias e o próprio contato com o que se conhece como realidade”.

Assim, o processo de adultificação pode trazer uma resistência nos estudantes do ensino superior, pois muitos deles já se consideram adultos ou pensam que jogar é coisa de criança. Talvez os professores tenham o mesmo raciocínio e se preocupam em trabalhar os conceitos científicos de forma a instrumentalizar cada vez mais os estudantes. Outro ponto em destaque é a demanda de tempo para organizar uma atividade lúdica, que pode ir à contramão do planejamento e cumprimento do programa estabelecido pelas ementas.

Já em cursos superiores de química, a frequência de artigos que exploram os jogos é muito baixa (SOARES, 2016). No entanto, alguns trabalhos reportam que a utilização desse tipo de atividade é como uma prática curricular para a formação inicial docente (OLIVEIRA et al., 2012; NEVES et al., 2010). Nessa vertente, pode-se inferir que enquanto os licenciandos estudam como desenvolver e aplicar um jogo em sala de aula, eles estão ao mesmo tempo jogando e aprendendo. Neves et al. (2010, p. 4) afirmam que “vale à pena lembrar que, nesse processo, os licenciandos são estudantes e os recursos e métodos que aprendem para o exercício de sua profissão também podem ser utilizados para ensiná-los”.

O jogo pode ser visto e utilizado de variadas formas, seja como um recurso didático para iniciar uma discussão ou como um instrumento para avaliar o ensino-aprendizagem. Quando utilizado para incitar a discussão de um determinado assunto, buscando desafiar os estudantes a resolver um problema, como imbricada aos casos investigativos, pode-se avaliar e analisar diversos aspectos relacionados à aprendizagem e a alternativa de metodologia de ensino.

Casos investigativos: o que são? Quais suas características?

O primeiro uso formal de casos investigativos (CI) foi registrado na virada do século XX, na Escola de Direito de *Harvard*. Basicamente os casos eram compostos de situações criminais e civis, nas quais os estudantes usavam de raciocínios judiciais para construir novas decisões e novas leis para resolver o dilema proposto (HEIRRED, 1997). Na maioria das vezes, os casos eram desenvolvidos de forma fechada e pronta, suscitando respostas corretas e predeterminadas.



No entanto, o método foi se transformando significativamente desde aquela época. Nas mãos do professor/químico *James Conant* de *Harvard*, na década de 1940, as instruções do exclusivo uso de histórias foram discutidas em uma palestra didática, na tentativa de convencer que o sistema educacional estadunidense em ciências era falho.

Em seu livro *On Understanding Science*, Conant descreveu o método dos CI como revelações científicas em ação. Para isso, o autor utilizou da descoberta do oxigênio e conseqüentemente da derrubada da teoria do flogisto para narrar uma história em meticolosos passos e desventuras dos protagonistas da época (HEIRRED, 1997).

Na Faculdade de Medicina da recém-criada Universidade de *McMaster*, no Canadá, em meados de 1960, o uso de histórias para o ensino tornou-se conhecido como o método de Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP (*Problem Based Learning, PBL*). Os estudantes se reuniam em pequenos grupos como um facilitador na resolução e juntos diagnosticavam as doenças de seus pacientes. Esta foi a formalização do método de ensino baseado em histórias (BARROWS, 1980; HEIRRED, 2011).

O objetivo era envolver os estudantes em um contexto de ensino. Assim, tanto em medicina como em direito, os casos descreviam histórias reais de pessoas em apuros, cujos estudantes tentavam descobrir o que estava acontecendo para, posteriormente, propor uma solução. Por isso que os casos são exemplos de histórias-reais para serem estudados. Fatos e princípios têm importância, mas o valor do caso é explorar a capacidade das pessoas em desenvolver ações como um observador da natureza humana. O professor é um contador de histórias, enquanto os alunos são o público. Simplificando, os CI são histórias com uma mensagem educativa (HERREID, 2007; HEIRRED, 1997).

Quando os casos são definidos desta forma, fica evidente que as histórias podem ser contadas de várias maneiras. Sejam por meio de uma discussão sobre um assunto, de palestras, de métodos com pequenos grupos e uma série de outras formas. O elemento comum em todas essas formas é o uso de histórias. Esta abordagem deixa os professores livres para serem criativos, sem regras de apresentação (HERREID, 2011).

Herreid (1998) aponta que um bom caso deve: narrar uma história sem um final; apresentar diálogos entre os personagens; ter uma extensão que não cansa o leitor; despertar o interesse pelos dilemas; conquistar o leitor pelos personagens; ser relevante; provocar conflitos e forçar uma tomada de decisão para resolvê-lo; ter papel pedagógico e provocar generalizações. Adicionalmente podem-se acrescentar: ser escrito com exuberância, charme e inteligência. Todas essas características permitem inserir os estudantes na história, impulsionando-os a resolver o caso buscando o máximo de informações possíveis.

No entanto, tais características não são regras que devem ser seguidas fielmente para obter bons resultados. De maneira geral, os CI devem, sobretudo, incentivar a formulação de problema, a investigação, a persuasão e ensinar ciência de modo que os estudantes adquiram um conhecimento aplicável e flexível do conteúdo científico (WATERMAN, 1998).

Isso porque, os professores devem/podem trabalhar o conhecimento científico com estudantes com dados incompletos, fazer levantamentos de hipóteses, coletar (mais) informações, refinar as hipóteses, fazer (mais) previsões, obter mais dados e assim por diante. Essa é a verdadeira forma dos estudantes participarem ativamente do próprio processo de aprendizagem e apropriar-se dos conhecimentos científicos.

Os CI mostram a “bagunça”, fazem os estudantes colocarem as mãos na massa, buscarem soluções, apresentá-las, discuti-las e defendê-las. Os casos exigem ceticismo, flexibilidade e a capacidade de ver alternativas de abordagens. A resolução de problemas é sua condição *sine qua non*. Em suma, os casos demandam pensamento crítico e propiciam autonomia no processo de aprendizagem (HEIRRED, 2004; SÁ e QUEIROZ, 2009).



Essas características inerentes aos casos acontecem sob dois aspectos: primeiro porque o professor, ao elaborar um CI, atua como um desafiador, orientando na identificação, na busca de informações, nas possíveis soluções e no incentivo à reflexão sobre as decisões tomadas e as prováveis consequências. Segundo porque os estudantes conseguem sair da passividade e da opressão das informações, refletindo sobre suas próprias condições de aprendizagem.

Tal autonomia na aprendizagem admite explorar os conhecimentos científicos em diferentes e complexas ocasiões, uma vez que os casos contam uma história vivenciada por personagens (pessoas ou comunidades) com um dilema a se resolver. Para solucioná-los, os estudantes acabam interagindo e se familiarizando com a história, provocando a tomada de decisões. Neste caminho, Waterman (1998, p. 4) afirma que:

A estratégia de estudo via caso investigativo promove ambientes de pesquisa para a aprendizagem de ciências. Embora o espaço do problema seja ainda definido pelo caso, os estudantes não são encarregados apenas de aprender a matéria nova como na ABP médica. Os estudantes são encarregados de formular uma pergunta pesquisável sobre fenômenos científicos. Devem também desenvolver estratégias confiáveis para investigar estes fenômenos e então utilizá-las. Finalmente, apresentam à classe suas conclusões as quais fornecem uma resposta razoável a esta pergunta.

Assim, os CI são considerados uma vertente da ABP. Embora ambos partem de histórias vivenciadas por personagens, a ABP está diretamente relacionada à uma disciplina ou conceito específico que deve ser estudado ou aprendido; enquanto os CI no ensino de ciências buscam explorar a tomada de decisões dos estudantes sobre questões sociocientíficas, na forma de proporcionar a reflexão dos fenômenos envolvidos. Vale destacar também o termo caso investigativo tem o mesmo significado que “estudo de caso” (tradução direta dos trabalhos internacionais). Assumimos o primeiro termo para evitar confusões com a metodologia de pesquisa na forma de estudo de caso.

Uma breve revisão dos CI no ensino de ciências

Em uma pesquisa feita por Yadav et al. (2007) com 101 membros do corpo docente de vinte e três estados dos EUA e do Canadá mostrou que esses professores entendem que o uso de casos leva a um melhor desenvolvimento do pensamento crítico (89,1%), melhora a capacidade dos estudantes em fazer ligações entre as várias áreas de conteúdos (82,6 %) e permite o aprofundamento do conhecimento em conceitos científicos (90,1 %). Esses mesmos membros também informaram que durante o ensino por CI, os alunos são capazes de ver um problema em múltiplas perspectivas (91,3 %) e são mais engajados durante as atividades em classe (93,8%).

Heirred (2008) pontua que os professores que gostam de usar CI em suas aulas, consideram que eles propiciam o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem alta, como pensar criticamente, propor soluções plausíveis, trabalhar em equipe dentre outras, quando comparado com as aulas mais tradicionais. Entretanto, os professores que não gostam de usar os casos se baseiam em fatos como: demanda maior de tempo, não cumprimento do conteúdo e do currículo.

Em entrevista com professores de diferentes níveis escolares também dos EUA, Heirred et al. (2011) apontam que apenas 8% dos professores utilizam dos CI para ensinar química. Dessa porcentagem:

- 33% dos professores escolhem utilizar os casos por necessidades do curso ou do currículo, considerando os conteúdos e os conceitos envolvidos;
- 28% escolhem devido às estruturas dos casos (ser atual, curto, aberto, amigável ao usuário, bem organizado, prático, orientado em laboratório, ser realista, relevante ao aluno e abranger conceitos gerais);



- 16% escolhem porque eles permitem desenvolver o pensamento crítico nos estudantes, habilidade esta considerada a mais importante pelos professores;
- 9% dos professores citam que a escolha do caso vem ao encontro de métodos que descrevem as informações aos alunos pouco a pouco e, conseqüentemente, o corpo docente tem um firme controle sobre o tempo de sala de aula e o tempo para que os alunos trabalhem em pequenos grupos para atingir o máximo de interação e trabalho colaborativo;
- 4% dos professores escolhem devido ao estilo da escrita. Em primeiro lugar, eles simplesmente dizem que querem um texto claro. Depois, eles querem uma boa história, mas que também tenha um título que chama a atenção e que dê um bom gancho para o material;
- 4% dos professores ilustram que o nível de complexidade do caso é um dos fatores para a escolha do recurso e;
- Os restantes 6% listam outros fatores como a referência do caso, o momento ideal para introduzir tal metodologia e abordar questões sociais.

Na literatura nacional, especificamente no ensino de química, Sá e Queiroz (2009) destacam que os casos são utilizados para introduzir conteúdos disciplinares; desenvolver a capacidade de tomar decisões; demonstrar aplicações da química; estimular a comunicação oral e o debate; incentivar o trabalho em grupo e manifestar o pensamento crítico.

Ademais, foi verificado que os estudantes desenvolvem melhor a habilidade de argumentação ao expor as resoluções dos casos, pois precisam defender seus argumentos quando socializados em sala de aula (SÁ, FRANCISCO e QUEIROZ, 2007). Esse tipo de atividade coloca o estudante em uma situação de debate, em que ele deve ouvir e respeitar todas as opiniões e saber se posicionar frente às ideias apresentadas pelos demais.

Pinheiro, Medeiros e Oliveira (2010) trabalhando com a temática biodiesel no ensino superior de química na Universidade Federal do Ceará, concluíram que os estudantes são capazes de propor diversas soluções para desenvolver diferentes estratégias didáticas para aplicá-las em aulas no ensino médio. Dessas estratégias, a mais indicada foi trabalhar com a experimentação. Tais informações mostram que a metodologia por CI pode ser trabalhada na formação inicial de professores, proporcionando diferentes alternativas para trabalhar conceitos científicos no ensino médio.

Utilizando da produção e aplicação de um caso para a promoção da argumentação de questões sociocientíficas de estudantes de ensino superior de química na Universidade Federal de São Carlos, Sá (2010) verificou que os argumentos dos estudantes são pautados nas falas do próprio professor e que não apresentam discussões reflexivas sobre as questões sociocientíficas. Porém, quando os estudantes são orientados sobre as características da argumentação, os resultados são mais promissores e complexos do ponto de vista estrutural. Nota-se nesses resultados, que a participação do professor nas atividades é essencial, evidenciando que apenas o uso dos CI não é suficiente para o desenvolvimento das atividades e a obtenção de resultados favoráveis de ensino.

Lopes et al. (2011) discutiram sobre a importância de se trabalhar com os CI também no ensino profissionalizante/ensino médio, pois a literatura mostra que tal estratégia vem sendo utilizada apenas em outros níveis de ensino, principalmente o superior. Nesse sentido, os autores propuseram um caso relacionando a toxicidade de um pesticida para uma turma do segundo ano da Habilitação Técnica em Análises Clínicas da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (Fundação Oswaldo Cruz), o qual os estudantes discutiram sobre diversos temas. Os resultados obtidos convenceram os autores de que é possível trabalhar com CI na Educação Profissional, apesar das dificuldades dos alunos em lidar com a construção de seu próprio processo de aprendizagem.



Essa dificuldade enfrentada é muito comum e recorrente em alguns artigos, principalmente quando a atividade é proposta pela primeira vez. Por isso, há uma necessidade de explicar detalhadamente a proposta da atividade, sem impor um único direcionamento. Orientações são essenciais para auxiliar a resolução dos CI, mas o professor deve lembrar que é o aluno o ator principal de seu processo de aprendizagem.

Com um caso sobre poluição da água desenvolvido no ensino médio de uma escola pública de São Carlos, Silva, Oliveira e Queiroz (2011) assinalaram que para a busca de soluções, os estudantes se engajaram na pesquisa sobre as mais variadas formas de poluição aquática, conseguiram analisar os dados e as informações, apresentaram tomadas de decisões e soluções, que reforçaram a reflexão crítica sobre aspectos sociais, científicos e ambientais. Esse engajamento na busca de informações que auxilia a resolução do caso é uma etapa recorrente. Isso porque, o intuito é fazer com que o sujeito consiga desenvolver habilidades cognitivas perante a situação e que utilize de conhecimentos já adquiridos ou que serão adquiridos para resolver o caso.

É na possibilidade de envolver questões sociocientíficas que os trabalhos de Massena, Guzzi Filho e Sá (2013) e Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2013) foram pautados. No primeiro, os autores discorrem sobre o uso de CI na disciplina de Prática de Ensino e apontam como favoráveis às características dos casos e suas potencialidades para a formação de professores. No segundo artigo, as autoras retomam as análises dos argumentos dos estudantes baseadas em três perspectivas diferentes, os quais envolvem a capacidade de abordarem questões ambientais, éticas, científicas, pessoais, de autoridade e estratégias cognitivas e metacognitivas.

Francisco e Francisco Junior (2013) apresentaram uma proposta didática de experimentação investigativa empregando CI para o ensino de métodos anticorrosivos voltados para o Ensino Médio. Neste trabalho, os autores destacam as dificuldades e os desafios em se trabalhar com casos em diferentes níveis de abertura e recomendam que os professores realizem atividades pré e pós-laboratório para que o processo de aprendizagem seja um ciclo contínuo.

Com a mesma proposta didática, só que voltada para o Ensino Superior no estado do Tocantins (Universidade Federal do Tocantins), Francisco (2013) aponta bons resultados no processo de aprendizagem de conceitos de reações eletrolíticas, grande autonomia dos estudantes em desenvolver as atividades iniciais e posteriores, além da capacidade de relacionar questões sociocientíficas e humanísticas na resolução do caso.

Pierini et al. (2015), trabalhando com professores e professoras de ensino de ciências que atuam no ensino médio da rede pública do Rio de Janeiro, destacam que é possível com o uso de casos desenvolver atividades que integram um conhecimento mais interdisciplinar no currículo do ensino médio. Os autores reportam também que é importante recorrer a essas metodologias para a implantação de projetos que viabilizem a formação continuada dos professores.

Em outro trabalho recente, Freitas-Reis e Faria (2015) adotam o uso dos CI no ensino médio de uma escola pública de Juiz de Fora para suscitar um tema social (aditivos alimentares) e abordar diversos conteúdos de química. Seus resultados apontam que esse tipo de atividade proporcionou uma participação mais ativa dos estudantes, um trabalho em grupo mais assíduo, uma maior criatividade, leitura e argumentação.

Francisco e Benite (2016) apontaram que os estudantes de um curso superior de Química, na Universidade Federal do Tocantins, utilizam diferentes caminhos para resolver CI que são propostos. Esses diferentes caminhos estão vinculados com as relações com o saber que são estabelecidas durante a atividade, seja entre os próprios estudantes da disciplina, com o professor e com outros estudantes do curso.



Vale ressaltar que todas as diferentes atividades envolvendo CI devem ser guiadas e condizentes com a proposta planejada, pois só assim se poderão atingir resultados de acordo com os objetivos pretendidos.

O que se observa a partir dessa revisão é uma semelhança entre as utilidades dos CI. Além disso, nota-se um grande emprego dos CI para analisar o desenvolvimento argumentativo dos estudantes, discutir questões sociocientíficas; suscitar a pesquisa e a busca de informações, melhorar o entendimento de conceitos científicos e o processo de ensino/aprendizagem, sendo recentemente, introduzida também em atividades de formação inicial de professores.

Em linhas gerais, advogamos que os casos devem ser aplicados em um ciclo didático contínuo, ou seja, desde o porquê da criação do caso, o planejamento de atividades diferentes com o caso, os objetivos e metas a serem alcançados, o acompanhamento do trabalho feito com os estudantes e a avaliação da aprendizagem a partir dos resultados obtidos para dar um retorno para os estudantes.

UNINDO OS CASOS COM O LÚDICO: O JOGO SCOTLAND YARD QUÍMICO

A ideia da criação do jogo *Scotland Yard* Químico para ensinar química surge da fusão entre a atividade lúdica, que consiste em “qualquer atividade prazerosa e divertida, livre e voluntária, com regras explícitas e implícitas” (SOARES, 2013, p. 49); e os casos investigativos, que utilizam de histórias reais ou fictícias com uma mensagem educativa para desafiar os estudantes a tomar decisões e resolver problemas (HERREID, 1997; FRANCISCO, 2015).

Como os CI desafiam os estudantes, eles proporcionam um processo de aprendizagem mais autônomo. Por ser uma atividade lúdica, os sujeitos não ficam com aquela obrigação implícita em resolver o caso e inconscientemente, aprendem e se desenvolvem intelectualmente.

Uma vez que as atividades lúdicas favorecem a aprendizagem pelo erro, estimula a resolução de problemas e a busca de soluções, de acordo com Kishimoto (1996). Ao se propor a junção do lúdico com os CI estamos reforçando ainda mais essas características metodológicas em prol do ensino de química. Isso porque, os CI permitem que os estudantes, ao investigarem sobre o problema inserido na história, tomem as decisões mais adequadas para propor soluções/respostas. Tais ideais corroboram com Soares (2013, p. 68) quando o autor discorre que:

A proposta é a de utilização de jogos e atividades lúdicas da forma mais ampla possível... Seu acesso ao conhecimento se dará por desafios, reflexões, interações e ações. O que nos interessa de imediato é o manuseio, ou seja, o acesso e o contato livre com o material proposto, visando o domínio do conhecimento. Assim, acredita-se que o ato de jogar ou brincar com tal material se transforma em um meio de exercitar o conhecimento, como ocorre em um jogo convencional, quando as dificuldades impostas pelas regras são superadas, e o mecanismo do mesmo, aprendido.

O jogo original e as adaptações necessárias para o ensino de química

O tabuleiro, em que se passa o jogo original *Scotland Yard*[®] da marca Grow Jogos e Brinquedos Ltda. (Figura 1), é composto de locais onde os “detetives” leem pistas sobre o caso a desvendar. Sherlock Holmes (o jogador) e seu companheiro Dr. Watson devem descobrir entre outras coisas, assassinos, motivos, lugar do assassinato e mensagens secretas. É necessário que esse jogo seja jogado contando com a ética de todos os jogadores, já que o mesmo contém as pistas em um livreto em que se podem ler outras que não são aptas para a jogada.



Figura 1: Imagens do tabuleiro, dos livretos de pistas, dos casos, da caderneta e das peças (pinos, dado, distintivo e chave mestra) do jogo *Scotland Yard*. (Fonte: <https://www.caixamagicabrinquedos.com.br/site/produto/jogo-scotland-yard/>. Acesso em: 19 jun. 2017).

Para jogar, escolhe-se um caso entre os 120 dispostos no jogo. Cada participante recebe um papel onde serão anotadas as pistas e demais informações que ajudem na solução do caso (caderneta do Sherlock Holmes). Um dos participantes lê aos demais a história, se necessário, outro jogador lê novamente. Começa o jogo na casa de Holmes e cada jogador, na sua vez, deve jogar o dado e andar pelo caminho escolhido até chegar ao local desejado. Os locais a serem visitados são: museu, bar, farmácia, casa de penhores, teatro, banco, livraria, chaveiro, docas, hotel, charutaria, estação de Carruagens, Scotland Yard e parque.

Ao chegar, o jogador lê a pista e anota o que considerar útil. Caso a dica seja de grande importância para desvendar o caso, o jogador pode trancá-la (usando o distintivo) e para que qualquer outro leia será preciso utilizar a chave mestra recebida no início do jogo. O jogo termina quando um dos participantes desvenda o caso, vai à casa de Sherlock Holmes do tabuleiro e lê no livro de Pistas e Soluções se sua conclusão está correta. Se estiver errado, esse participante sai e o jogo continua até que alguém desvende o caso.

A primeira adaptação a ser feita é no tabuleiro do jogo *Scotland Yard Químico*. A adaptação e elaboração podem ser feitas diretamente pelo professor, mas tem-se a opção de explorar o terceiro nível de interação entre o jogo e o jogador, em que os estudantes participam da confecção do próprio jogo “como forma de interagir com o conhecimento adquirido, sendo agente do próprio aprendizado” (SOARES, 2013, p. 67). Oliveira, Soares e Vaz (2015) também destacam como ponto positivo o trabalho multidisciplinar (ou interdisciplinar) que pode existir nessa confecção quando em parceria com as aulas de Artes na escola.

Tomando o caminho mais descontraído e divertido da confecção, já ressaltando as características das atividades lúdicas, existem algumas possibilidades para a criação do tabuleiro do *Scotland Yard Químico*, das quais se listarão duas que já permitem uma busca de informações em relação aos conhecimentos químicos: (1) pensando em explorar uma parte da história da química, o professor pode propor aos estudantes que façam uma pesquisa dos químicos ganhadores do prêmio Nobel com seus respectivos trabalhos. A partir dessa busca e em discussão em sala de aula, em conjunto todos podem escolher aqueles mais relevantes para serem os químicos que darão as pistas para os jogadores durante o jogo, adaptando-se assim, os locais de visita do jogo original; (2) no intuito de explorar o contexto e as aplicações dos conhecimentos químicos na sociedade, o professor pode solicitar outra busca na literatura para que os estudantes indiquem onde a química está presente no nosso dia a dia. Assim, exemplos como remédios, produtos de limpeza, alimentos, fertilizantes dentre outros podem ser propostos.



Ao final das escolhas, a atividade lúdica de recorte e colagem dos químicos ganhadores do prêmio Nobel ou da presença da química em situações cotidianas iniciam a confecção do tabuleiro do jogo. O material utilizado para a confecção pode ser uma cartolina branca ou um papel cartão branco colado em um papelão para dar mais resistência.

Em seguida começam-se a fazer os quadriculados com auxílio de régua e canetas onde os pinos (ou peões) dos jogadores se movimentarão. Vale ressaltar que o dado e os pinos também podem ser confeccionados pelos estudantes, utilizando cartolinas e massas de moldar. É importante nesse momento definir qual será o local de início e fim do jogo (no original é a casa de Sherlock Holmes). Se os estudantes e o professor optarem em utilizar os ganhadores do prêmio Nobel, o início e fim do jogo podem ser na imagem da Academia Real das Ciências da Suécia – local onde se entregam os prêmios de química (Figura 2).

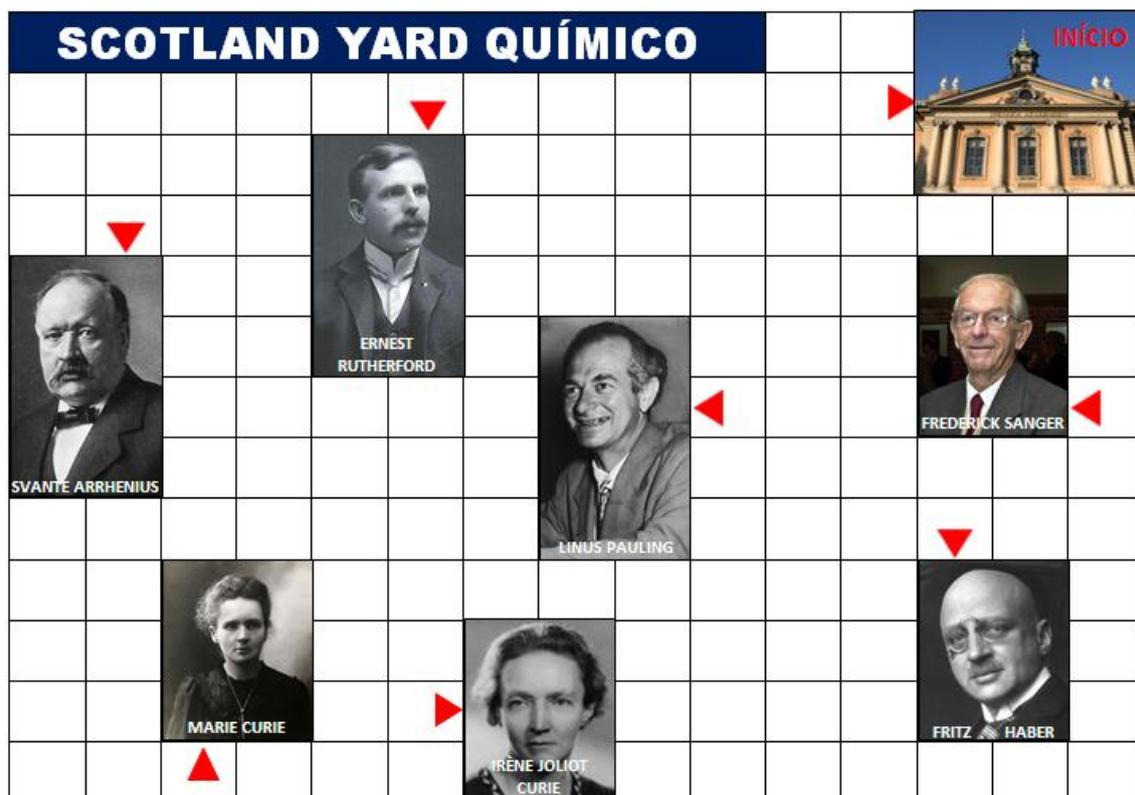


Figura 2: Visão da frente do tabuleiro construído (uma das opções sugeridas) para o jogo *Scotland Yard Químico*. (Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Portal:Ci%C3%A7%C3%A2ncia>. Acesso em: 19 jun. 2017).

Neste formato de tabuleiro, os ganhadores do prêmio Nobel são os responsáveis em fornecer as pistas para a resolução do caso (Figura 4). O jogo inicia-se e se finda na Academia Real das Ciências da Suécia. Os triângulos em vermelho indicam a posição de entrada para angariar as pistas e consequente saída do mesmo local.

A escolha desses sete ganhadores do prêmio Nobel foi feita da seguinte maneira: (1) Svante Arrhenius, Ernest Rutherford, Fritz Haber, Marie Curie e Linus Pauling – por serem nomes conhecidos e apresentados nos livros didáticos com frequência; Marie Curie e Irène Joliot-Curie (mãe e filha) – por serem as únicas mulheres a ganhar o prêmio Nobel de química entre os 175 ganhadores; Frederick Sanger – único a ganhar duas vezes o prêmio Nobel em química, pois Marie Curie e Linus Pauling também ganharam dois prêmios só que em áreas diferentes (física e da paz, respectivamente). Na parte de trás do tabuleiro, apresentam-se os anos com os respectivos trabalhos condecorados (Figura 3).



1903 – Svante Arrhenius Criou a teoria eletrolítica da dissociação.	1954 – Linus Pauling Realizou um trabalho relativo à natureza das ligações químicas. Pauling recebeu o Nobel da Paz de 1962, pela sua campanha contra os testes nucleares e é a única personalidade a ter recebido dois Prêmios Nobel não compartilhados.
1908 – Ernest Rutherford Investigou a desintegração dos elementos e a química das substâncias radioativas.	1958 - Frederick Sanger Determinou a estrutura molecular da Insulina.
1911 – Marie Curie Descobriu os elementos químicos rádio e polônio. Em 1903, recebeu o prêmio Nobel de física, juntamente com Pierre Curie (marido) e Antoine Henri Becquerel, em reconhecimento pelos extraordinários serviços obtidos em suas investigações conjuntas sobre os fenômenos da radiação.	1980 - Frederick Sanger, Paul Berg e Walter Gilbert Walter Gilbert e Frederick Sanger receberam metade do prêmio Nobel da Química 1980 por terem desenvolvido métodos rápidos para descodificação da estrutura genética, um instrumento chave da revolução no campo da bioquímica.
1918 – Fritz Haber Inventou a reação do nitrogênio com o hidrogênio para a produção do amoníaco (a síntese do amoníaco) sob elevadas condições de temperatura e pressão.	Paul Berg recebeu a outra metade do prêmio porque foi a primeira vez que os cientistas conseguiram ligar os genes de duas espécies distintas, abrindo assim o caminho para a produção de formas de vida inteiramente novas e estudar células cancerígenas.
1935 – Irène Joliot-Curie e Frédéric Joliot-Curie Descobriu a existência do nêutron e a radioatividade artificial.	

Figura 3: Sugestão da parte de trás do tabuleiro do jogo Scotland Yard Químico.

Se o professor optar em criar o tabuleiro do jogo com auxílio dos estudantes e da disciplina de Artes (sugestão do autor), é uma oportunidade de se trabalhar a história da química durante as pesquisas e as escolhas dos ganhadores do prêmio Nobel. Uma vez que essa proposta permite essa abordagem histórica, é importante que ela seja explorada porque a história da ciência já é retratada nos documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs) e as Novas Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação (BRASIL, 2006).

Além disso, desde a década de 80 e 90, autores como Hodson (1985) e Luffiego et al. (1994) apontam que a incorporação de conteúdos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência pode contribuir para a humanização do ensino científico trazendo à tona questões mais relativistas e contextualizadas sobre o conhecimento científico. Assim, o professor pode usar do terceiro nível de interação entre o jogo e os jogadores para a construção do tabuleiro e introduzir uma discussão sobre história da ciência e sua importância, pois:

Certamente os educadores poderiam levar seus alunos a perceber que os conhecimentos científicos não estão distanciados das necessidades da sociedade e da época no qual foram elaborados, sofrendo suas influências e, por sua vez, influenciando-as. Assim, a história da ciência pode ser um instrumento importante para o professor em sala de aula e utilizando-se de fontes adequadas e atualizadas, promover entre seus alunos uma visão mais crítica em relação à ciência e à construção do conhecimento científico. (TRINDADE et al., 2010, p. 119-120).

Outra discussão que é possível fazer é a respeito do gênero na ciência. Em seu livro “A ciência é masculina”, Chassot (2007) destaca as chamadas ancestralidades grega, judaica e cristã como causas da predominância masculina na história e conseqüente masculinização da ciência. Discussões a respeito de gênero no ensino de ciências, segundo Santos e Loguercio (2013, p. 1):



[...] Devem ser inseridos não só pela presença das mulheres em atividades científicas que são mais evidentes hoje em dia, mas também porque a Educação preocupa-se não só com os processos de aprendizagem em sala de aula, mas também dos aspectos subjetivos e sociais. O papel da escola e do Ensino de Ciências dentro de uma sociedade que ainda ressalta as diferenças, os estereótipos e hierarquiza homens e mulheres em se tratando de aprendizagem deve ser discutido.

Nota-se que a escolha do professor ao incentivar o terceiro nível de interação na construção do tabuleiro e explorar o lúdico leva a diversas outras discussões valiosas para o ensino de ciências antes mesmo de iniciar o jogo propriamente dito. É exatamente esse o papel do professor em uma sala de aula. Tais discussões podem propiciar um melhor entendimento da evolução histórica da ciência e quais os obstáculos e desafios que ainda devemos percorrer para se chegar a uma igualdade de direitos e deveres não somente na ciência, mas também no contexto social.

Com o tabuleiro confeccionado ou mesmo durante a sua confecção, o professor já pode incitar os estudantes sobre a temática do caso investigativo de acordo com os conceitos químicos que deverão ser discutidos em sala de aula. As diversas sugestões dos estudantes abrirão algumas opções contextuais para o professor elaborar o caso. Algumas fontes de inspiração para a elaboração dos casos são artigos científicos publicados em periódicos que descrevem e discutem resultados originais de investigação (HERREID, 1994) e revistas de divulgação científica como revista FAPESP e Ciência Hoje (SÁ, FRANCISCO e QUEIROZ, 2007).

É importante que o caso atenda a maior quantidade dos critérios apontados por Herreid (1998a), mas acima de tudo, que a história do caso desafie os estudantes a resolvê-lo ou propor soluções (às vezes mais de uma). Como os casos não possuem um final, o professor deve propor o que os estudantes devem resolver. O jogo original apresenta na maioria das vezes três perguntas e geralmente são: (1) quem é o assassino; (2) qual a arma do crime ou como ocorreu a morte e (3) por qual motivo, sendo a história recheada de descrição do que aconteceu.

Assim, ao criar o caso (ou utilizar um pronto de outros trabalhos) o professor pode descrever propriedades físico-químicas de substâncias, características macroscópicas de reações químicas, aplicações, testes químicos etc, para ao final formular as questões que devem ser respondidas pelos estudantes. Se for possível a adaptação, pode-se utilizar dos próprios casos e contextos propostos pelo jogo original para recriar uma situação química, pois às vezes a morte pode ser por ingestão de alguma substância, o motivo da morte pode estar relacionado a pedras preciosas, e com isso, pode-se explorar algum conceito químico de substâncias e materiais.

As perguntas (problemas a serem resolvidos) podem ser de vários tipos, como por exemplo: identificar alguma propriedade físico-química, explicar algum conceito envolvido, propor equações químicas ou escrever a fórmula de reagentes utilizados ou produtos sintetizados, descrever técnicas e procedimentos, fazer cálculos de concentração ou estequiometrias, propor modelos e representações etc.

A diferença da resolução desses tipos de casos investigativos para os demais é que além das pesquisas e busca de informações que os estudantes podem fazer, cada local de visita (ou ajuda do ganhador do prêmio Nobel de química) fornecerá pistas que auxiliarão na resposta das questões problemas do caso.

Essas pistas podem ser de diferentes formas, seguindo ou não os modelos de pistas do jogo original. O professor também pode optar em criar pistas de informações químicas que auxiliem os estudantes a responder as perguntas propostas no caso. É salutar que as pistas sejam uma oportunidade de discussão em sala de aula entre estudantes e professores, caso o estudante queira sanar dúvidas ou obter mais esclarecimentos. Esse é o momento do professor intervir durante o jogo



e orientar o estudante à resolução por meio de algumas discussões dos conceitos científicos envolvidos no jogo.

Boa parte do jogo engloba o segundo nível de interação, em que na maioria das vezes é utilizado para reforçar um conceito que fora trabalhado/discutido (SOARES, 2013), é mais difícil ensinar. Entretanto, o uso das pistas e a possibilidade do professor utilizá-las para a discussão em sala permitem explorar o jogo também para ensinar conceitos novos e que estabeleçam relações científicas com conceitos já discutidos. Eis aqui uma abertura para ensinar química a partir de um jogo de segundo nível de interação.

Desenvolvendo o jogo em sala de aula

Essa proposta busca apresentar sugestões e orientações para se empregar o jogo Scotland Yard Químico para o ensino de diferentes conceitos como solubilidade, dissolução química e reação química, dependendo da abordagem do professor. O CI foi intitulado de Repensando, “quimicamente”, a tragédia do Celobar® (Figura 4), baseia-se em uma conversa entre o pai (autor) e seu filho sobre um trabalho de Química da escola. O caso é de autoria própria, sendo elaborado a partir de reportagens reais sobre a morte de várias pessoas ao usar o medicamento Celobar® adulterado e um artigo científico publicado na revista Química Nova de 2007 (Refletindo sobre o caso Celobar®).

REPENSANDO, “QUIMICAMENTE”, A TRAGÉDIA DO CELOBAR[®]

Na última segunda-feira, meu filho veio correndo e gritando em direção ao meu escritório após chegar da escola

— Pai, paaaaaiiiii! Preciso da sua ajuda para meu trabalho de Química da escola Paaaaaiiiii!

— Oi filho, acalma-se. Como exatamente é esse trabalho? Explica para o pai.

— Então pai. A aula do professor de Química foi muito legal e triste ao mesmo tempo. Ele trouxe para gente uma reportagem sobre a tragédia do celular... Não celo...

— Celobar?

— Esse mesmo. Então pai, me deixa contar. Essa reportagem falava que no início de 2003, mais de 20 pessoas morreram após terem ingerido o produto Celobar®, usado para fins de contraste em exames radiológicos. Dizia ainda que este medicamento consiste essencialmente em uma suspensão de sulfato de bário em água e que embora os íons bário sejam tóxicos ao organismo humano, a ingestão desta suspensão não provoca danos à saúde.

— Isso é verdade meu filho. Esse caso aconteceu e deu a maior repercussão. O sulfato de bário é muito pouco solúvel em água, até mesmo em meios ácidos como em nosso estômago. Por isso ele serve para o contraste, impedindo a passagem da radiação nos exames. E depois ele sai do nosso organismo sem ser absorvido e os íons bário não provocam nenhuma intoxicação. Mas por que a aula foi muito legal?

— Porque o professor ressaltou a importância dos conhecimentos químicos, sobretudo os conceitos de solubilidade e reação química. Aí ele disse que as mortes foram provocadas porque parte do medicamento era formado de carbonato de bário e que por causa desse composto houve a intoxicação. O nosso trabalho é explicar por que o carbonato de bário liberou os íons bário no organismo das pessoas causando a morte? Só que não sei por onde começar e como o pai também é professor de Química poderia me ajudar.

— Claro que posso filho. Vamos fazer o seguinte: pegue esse livro aqui e também esse. Faça uma leitura nos capítulos 2 e 4 que eles vão te ajudar. Depois de estudar você tenta fazer o trabalho. Se tiver dúvidas você me procura de novo. Pode ser?

— Pode né pai. O senhor nunca responde de primeira às coisas que te pergunto. Mas combinado.

No fim da tarde, depois do meu filho passar a tarde lendo o livro e pesquisando várias informações na internet, ele me procurou de novo com três perguntas para finalizar o trabalho.

— Paaaii! Pode vir aqui no escritório?

— Estou indo.

— Senta aqui pai. Tenho ainda três dúvidas para terminar o trabalho. São elas: (i) Como o sulfato de bário, no Celobar, impede a passagem da radiação nos exames? (ii) Por que os dois sais são pouco solúveis em água? (iii) Se o carbonato de bário também é pouco solúvel, então, por que ocorreu a liberação dos íons bário no organismo?

De acordo com as perguntas do meu filho, as respostas corretas seriam...

Figura 4: Caso investigativo elaborado para desenvolver o jogo em sala de aula.



Antes de começar o jogo é importante os estudantes (ou os grupos) providenciarem lápis ou caneta para fazer as anotações das pistas. A partir desse momento, cada estudante (ou grupo) escolhe um peão e coloca-o na Academia Real das Ciências da Suécia, que é o início do jogo. Em seguida, cada um retira uma medalha do prêmio Nobel (Figura 5), uma chave mestra e uma caderneta de anotações do jogador (Tabela 1).



Figura 5: Medalha do prêmio Nobel como substituição do distintivo (imagem e função) para o jogo Scotland Yard Químico. (Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A9mio_Nobel. Acesso em: 13 abr. 2017.)

A medalha do prêmio Nobel substituirá o distintivo do jogo original. Ela terá a mesma função – serve para lacrar um local de pista, impedindo que outro jogador entre e tenha acesso àquela pista. Antes de sair do local com o peão, o jogador pode impedir a entrada dos demais deixando a medalha no local. O outro jogador só poderá entrar nesse local usando a chave mestra.

A caderneta de anotações do jogador serve para o jogador fazer as anotações das pistas que cada ganhador do prêmio Nobel fornecerá. Cada jogador só terá 30 segundos para consultar cada pista, por isso deve fazer todas as anotações necessárias. Se o tempo não for suficiente, o jogador deverá sair e depois retornar para consultar novamente.

A ordem dos jogadores é tirada no lançamento de um dado. O estudante (ou grupo) que obter o maior valor no dado lançado é o primeiro a começar. Então, os jogadores escolhem um caso para tentar solucionar. O caso apresentado na Figura 4 é uma sugestão para se analisar, mas se tiver mais de um caso os estudantes podem escolher qualquer um. Após a escolha, um dos jogadores lê em voz alta duas vezes para que todos os participantes conheçam a história e as informações. Vale ressaltar que o caso fica à disposição de qualquer jogador durante o jogo para consultá-lo e entendê-lo melhor.

Os jogadores também podem acompanhar o jogo e suas jogadas por meio de uma caderneta de anotações. Um modelo é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Proposta da “Caderneta de Anotações do Jogador” durante o jogo.

Ganhador do prêmio Nobel	Pista	Utilidade para resolver o caso
Svante Arrhenius		
Ernest Rutherford		
Marie Curie		
Fritz Haber		



Irène Joliot-Curie		
Linus Pauling		
Frederick Sanger		

Ao iniciar o jogo, cada estudante (ou grupo) na sua vez lança o dado e movimenta o seu peão pelo tabuleiro de acordo com o número tirado. A ordem de visitação aos ganhadores do prêmio é de escolha de cada jogador e não há a necessidade de tirar o número exato de casas para adentrar no local. Ao visitar cada ganhador, o jogador terá o direito de consultar a pista por 30 segundos e fazer as anotações necessárias para resolver o caso. Para tentar responder as três perguntas (1. Como o sulfato de bário, no Celobar, impede a passagem da radiação nos exames? 2. Por que os dois sais são pouco solúveis em água? 3. Se o carbonato de bário também é pouco solúvel, então, por que ocorreu a liberação dos íons bário no organismo? do caso foram elaboradas as seguintes pistas:

- **Svante Arrhenius:** Os íons carbonato (CO_3^{2-}) têm propriedades básicas.
- **Ernest Rutherford:** Quanto maior o valor das cargas elétricas dos íons, maior será a força de atração eletrostática entre os íons.
- **Marie Curie:** O sulfato de bário por ser pouco solúvel se deposita nas cavidades dos órgãos e o bário apresenta massa molar igual a 137,3 g/mol.
- **Fritz Haber:** A água não consegue solubilizar alguns compostos iônicos por causa das interações íon-íon que são formadas no sólido cristalino.
- **Irène Joliot-Curie:** As radiações, sobretudo os raios X, não conseguem atravessar espécies “pesadas”.
- **Linus Pauling:** Em meios ácidos os íons carbonato se decompõem em gás carbônico (CO_2).
- **Frederick Sanger:** A solubilidade das substâncias depende de quatro fatores: rompimento das interações intermoleculares do solvente, rompimento das interações do soluto, formação de interações intermoleculares entre o soluto e o solvente e solvatação das espécies (ou substâncias) pelo solvente.

Das sete pistas, duas delas auxiliam na resposta da primeira pergunta (Marie Curie e Irène Joliot-Curie); três pistas se referem à pergunta da solubilidade dos sais (Ernest Rutherford, Fritz Haber e Frederick Sanger); e duas correspondem à terceira pergunta (Svante Arrhenius e Linus Pauling). Todas as pistas são dadas na forma de sentenças e algumas delas reportam a conceitos que supostamente já foram vistos, como propriedades periódicas, estruturas atômicas.

Uma possível solução do caso seria: Como o bário possui uma massa atômica alta e conseqüentemente um número de prótons e elétrons também alto (56 prótons e 54 elétrons no caso dos íons Ba^{2+}), nuvem eletrônica provoca a dissipação da energia contida na radiação de raios-X (Questão 1). A baixa solubilidade de sulfato de bário e carbonato de bário se deve a dificuldade que a água (solvente) possui em romper as interações íon-íon formada no retículo cristalino de ambos os sais (Questão 2). A liberação dos íons bário (Ba^{2+}) ocorre por causa da reação química entre o ácido clorídrico presente no suco gástrico e o carbonato de bário (que apresenta propriedades básicas), provocando a dissolução química do sal no estômago (Questão 3). Essa reação pode ser representada pelas seguintes equações químicas:



Vale ressaltar que essa solução é uma das possibilidades de resolução do caso. No entanto, podem existir outras resoluções dependendo do nível de aprofundamento e da linguagem utilizada. O importante é o professor conduzir as discussões em sala de aula com os estudantes do modo que julgar mais apropriado para promover um processo de aprendizagem eficaz

É durante o momento de consultar as pistas para resolver o caso que o jogo possibilita um enriquecimento de discussões científicas em sala de aula, porque é quando ocorrem as interações e as relações entre estudantes/estudantes e estudantes/professor. Uma interação em sala de aula é a respeito da linguagem em sala de aula e a noção de perfil conceitual apontada por Mortimer (2000), pois é importante considerar os conhecimentos prévios dos estudantes durante o jogo e como eles interpretam as pistas. Esse momento, que é como o discurso em sala de aula, é quando ocorre a apropriação gradativa de significados pelos estudantes em um sistema de inserção de novos significados no plano social, ou seja, uma transição entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica, que muitas vezes é caracterizada como um híbrido das duas linguagens (MORTIMER, 2015).

Outra possibilidade envolve as relações que ocorrem entre os estudantes, principalmente dentro do grupo. Essas relações se configuram como um processo de colaboração, em que uma tarefa é realizada pelos diferentes participantes que trabalham em conjunto para resolver o caso (BRNA, 1999). Aqui, o professor pode conduzir suas discussões em uma abordagem comunicativa do tipo interativo-dialógica no início, porque pode considerar tudo o que os estudantes entendem e interpretam; e depois caminhar para uma abordagem comunicativa interativo-de autoridade (MORTIMER e SCOTT, 2002).

Todavia, as relações entre estudantes/professores que são estabelecidas dão lugar às chamadas relações de saber (CHARLOT, 2000). Essas relações se conformam como relações sociais entre sujeitos que já detêm os conhecimentos para resolver o caso (o professor) e os sujeitos que estão em apropriação desse saber (estudantes). Os trabalhos colaborativos e as relações sociais existentes intensificam tanto a capacidade argumentativa como a tomada de decisão para resolver o caso, sendo ambas intermediadas pela diversão e descontração do jogo. Nesse sentido, o professor poderá perceber como os estudantes constroem seus raciocínios para resolver o caso, de forma que pode auxiliar nesse processo.

Tais características podem proporcionar a aprendizagem dos conceitos científicos envolvidos no caso, enquanto os estudantes estão se divertindo. Além disso, as investigações/interpretações das pistas, o constante debate em sala de aula e a formulação das respostas para as questões (linguagem escrita) tornam os estudantes agentes ativos do próprio processo de aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresentou-se uma proposta metodológica de ensino unindo as características dos casos investigativos com as características das atividades lúdicas, a partir da adaptação de um jogo de estratégias e investigação conhecido, Scotland Yard. A ideia dessa junção parte da premissa de aproveitar as próprias características do jogo (lúdicas e de investigação) e buscar desafiar e tornar os estudantes parte integrante da própria aprendizagem.

Vale destacar as possibilidades de discussão de temas como a História da Ciência, a questão do Gênero na Ciência e a Interdisciplinaridade, sobretudo durante a elaboração do tabuleiro. Tais discussões permitem uma reflexão mais crítica de qual o papel da ciência na sociedade, de como a



ciência foi sendo instalada dentro de contextos histórico-opressores, além de possibilitar uma formação humanística e cidadã mais ampla para os estudantes.

A busca incessante das pistas para angariar informações durante a investigação até resolver o caso é o ponto chave em termos de aprendizagem. É nesse momento que o professor vai lapidando o aprendizado do estudante frente àqueles conceitos que estão sendo trabalhados. Apesar de a própria proposta dar a liberdade para o estudante aprender, são nas relações com o professor e com os demais estudantes que a apropriação dos conhecimentos toma forma e sentido. Assim, o estudante é primeiramente convidado a brincar, e sem perceber vai aprendendo porque se sente desafiado em buscar soluções na sua investigação.

Quanto à elaboração do caso, mesmo que a história seja fictícia (situação nessa proposta), o caso ganha em realidade e em desafio se as informações presentes sejam verdadeiras (as mortes das pessoas pelo erro na fabricação do Celobar®). Isso faz com que se crie empatia entre a história e os estudantes. Em relação às pistas, destaca-se a ideia de ressaltar a reflexão dos participantes e estimular as relações com o professor e entre os sujeitos, de modo que a colaboração favoreça a aprendizagem.

Com isso, espera-se que tal proposta possa servir de incentivo a mais atividades lúdicas que desafiam os estudantes a uma aprendizagem investigativa.

REFERÊNCIAS

- BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. **Medical Education**, v. 20, n. 6, p. 481-486, 1986.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Brasília: MEC, 2001.
- BRASIL. **Orientações Curriculares Nacionais (OCN)**. Brasília: MEC, 2006
- BRNA, P. Collaborative virtual learning environments for concept learning. **International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning**, v. 9, n. 3-4, p. 315-319, 1999.
- BROUGERE, G. **O jogo e a educação**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- CALLOIS, R. **Man, play and games**. New York: The Free Press, 2001.
- CHARLOT, B. **Da relação com o saber: elementos para uma teoria**. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- CHATEU, J. **O jogo e a criança**. São Paulo: Summus Editora, 1984.
- CHRISTIE, J. F.; JOHNSON, E. P. Reconceptualizing constructive play – a review of the empirical literature. **Merrill-Palmer Quarterly-Journal of Developmental Psychology**, v. 33, n. 4, p. 439-452, 1997.
- CAVALCANTI, E. L. D. **O lúdico e a avaliação da aprendizagem: possibilidades para o ensino e a aprendizagem de química**. 2011. 171 f. Tese (Doutorado em Química do Cerrado e do Pantanal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- CRESPO, L. C.; GIACOMINI, R. As atividades lúdicas no ensino de química: uma revisão da revista química nova na escola e das reuniões anuais da sociedade brasileira de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, 8, 2011, Campinas. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2011.
- 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.
- CHASSOT, A. I. **A ciência é masculina? É sim, senhora!** Rio Grande do Sul: Editora Unisinos, 2007.



- FRANCISCO, W. El uso de un caso de investigación para el estudio de los métodos electrolíticos: Una experiencia en la educación superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 419-439, 2013.
- FRANCISCO, W.; FRANCISCO JUNIOR, W. E. Ensino de métodos anticorrosivos: experimentação com uso de problemas abertos. **Educación Química**, v. E2, out., 2013.
- FRANCISCO, W.; BENITE, A. M. C. Casos investigativos e a relação com o saber: trajetória e processo de aprendizagem de estudantes do ensino superior no Tocantins. **Química Nova**, v. 39, n. 3, p. 383-392, 2016.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E.; BENIGNO, A. P. A. Contribuições da produção de vídeos amadores de experimentos na formação de professores de química. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología**, v. extra, p. 1841-1848, 2014.
- FREITAS-REIS, I.; FARIA, F. L. Abordando o tema alimentos embutidos por meio de uma estratégia de ensino baseada na resolução de casos: os aditivos alimentares em foco. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 1, p. 63-70, 2015.
- GUIMARÃES C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.
- HERREID, C. F. Case studies in science: a novel method of science education. **Journal of College Science Teaching**, v. 23, n. 4, p. 221-229, 1994.
- HERREID, C. F. What is a case? Bringing to science education the established teaching tool of law and medicine. **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 2, p. 92-94, 1997.
- HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998a.
- HERREID, C. F. Can case studies be used to teach critical thinking? **Journal of College Science Teaching**, v. 33, n. 6, p. 12-14, 2004.
- HERREID, C. F. (Org.). **Start with a story: the case study method of teaching college science**. Arlington: NSTA Press, 2007.
- HERREID, C. F. Trigger cases versus capstone cases. **Journal of College Science Teaching**, v. 38, n. 2, p. 68-70, 2008.
- HERREID, C. F. Case study teaching. **New Directions for Teaching and Learning**, n. 128, p. 31-40, 2011.
- HERREID, C. F.; SCHILLER, N.; HERREID, K.; WRIGHT, C. In case you are interested: a survey of case study teachers. **Journal of College Science Teaching**, v. 40, n. 4, p. 76-80, 2011.
- HODSON, D. Philosophy of science, science and science education. **Studies in Science Education**, Leeds, Inglaterra, n. 12, p. 25-57, 1985.
- HUIZINGA, J. **Homo Ludens: o jogo como elemento de cultura**. São Paulo: Perspectiva, 2001.
- KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. In: **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. KISHIMOTO, T. M. (Org.). 4º ed. São Paulo: Cortez, 1996, p. 105-128.
- LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; MARSDEN, M.; ALVES, N. G. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. **Química Nova**, v. 34, n. 7, p. 1275-1280, 2011.
- LUFFIEGO, M. et al. Epistemologia, caos y enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 1, p. 89-96, 1994.
- MASSENA, E. P.; GUZZI FILHO, N. J.; SÁ, L. P. Produção de casos para o ensino de química: uma experiência na formação inicial de professores. **Química Nova**, v. 36, n. 7, 1066-1072, 2013.



MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, v. 7, p. 67-77, 2008.

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. Ludicidade na perspectiva sociocultural: contribuições para o ensino e a aprendizagem dos conceitos científicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, Águas de Lindóia, **Atas...** Florianópolis, ABRAPEC, 2013.

MORTIMER, E. F. As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das Ciências da natureza. In: **Ensino de Química em foco**. SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Orgs.). Ijuí: Unijuí, 2015, p. 181-208.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

NEVES, M. A.; ARAUJO, K. C. M.; SEREJO, M. T. T.; ROJAS, M. O. I.; OLIVEIRA, M. M. Influência dos jogos como atividades lúdicas no curso de formação de professores em Química do IFMA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, 2010, Brasília. **Anais...** Brasília: UFBA, 2010.

OLIVEIRA, A.S.; SOARES, M. H. F. B. Júri Químico: uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, n. 21, maio, p. 18-24, 2005.

OLIVEIRA, J. S.; SOARES, M. H. F. B.; VAZ, W. F. Banco químico: um jogo de tabuleiro, cartas, dados, compras e vendas para o ensino do conceito de soluções. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 4, p. 285-293, 2015.

OLIVEIRA, A. P. S.; MACEDO, A. P.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. G. Uno das funções orgânicas: um recurso facilitador para o ensino de funções orgânicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16, 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.

PIERINI, M. F.; ROCHA, N. C.; SILVA FILHO, M. V.; CASTRO, H. C.; LOPES, R. M. Aprendizagem baseada em casos investigativos e a formação de professores: o potencial de uma aula prática de volumetria para promover o ensino interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 112-119, 2015.

PINHEIRO, A. N.; MEDEIROS, E. L.; OLIVEIRA, A. C. Estudo de casos na formação de professores de química. **Química Nova**, v. 33, n. 9, p. 1996-2002, 2010.

SÁ, L. P. **Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química**. 2010. 278f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de caso no ensino de química**. Campinas: Átomo, 2009.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de Química. **Educación Química**, v. E2, out., 2013.

SANTOS, P. N. dos; LOGUERCIO, R. Q. Articulações entre as discussões de gênero e o ensino de ciências: uma proposta de pesquisa. In: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 33, 2013, Ijuí. **Atas...** Ijuí: UNIJUÍ, 2013.

SILVA, O. B.; OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. SOS Mogi-Guaçu: contribuições de um estudo de caso para a educação química no nível médio. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 185-192, 2011.

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química**. Goiânia: Kelps, 2013. 198 p.



TRINDADE, L. dos S. P.; RODRIGUES, S. P.; SAITO, F.; BELTRAN, M. H. R. História da ciência e ensino: alguns desafios. In: BELTRAN, SAITO, TRINDADE (Orgs.). **História da ciência: tópicos atuais**. São Paulo: Livraria da Física, 2010. p.119-132.

VIANA, F. F. O.; OLIVEIRA, G. P.; SANTOS, K. R.; SANTOS, L. S.; SILVA, L. O. A utilização do lúdico como método facilitador na aprendizagem de conceitos químicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16, 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.

WATERMAN, M. A. Investigate case study approach for biology learning. **Journal of College Biology Teaching**, v. 24, n. 1, p. 1-13, 1998.

YADAV, A.; LUNDEBERG, M.; DESCHRYVER, M.; DIRKIN, K.; SCHILLER, N. A.; MAIER, K.; HERREID, C. F. Teaching science with case studies: a national survey of faculty perceptions of the benefits and challenges of using cases. **Journal of College Science Teaching**, v. 37, n. 1, p. 34-38, 2007.

Wellington Francisco: Bacharel, licenciado, mestre pelo Instituto de Química de Araraquara (UNESP) e doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás. Foi professor da Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus de Gurupi por cinco anos. Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal da Integração Latino-Americana do Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza e professor do Programa de Pós-Graduação em Química da UFT – Campus de Gurupi. Sua área de atuação é na educação química com ênfase em: ensino e aprendizagem, espaços não formais e divulgação científica, linguagem e formação de professores.

E-mail: welington.francisco@unila.edu.br