



ARTIGO ORIGINAL

COLETA CERTA: JOGO DE TABULEIRO MODERNO SOBRE REJEITOS RADIOATIVOS

ANA CAROLINE CHAGAS DE ALMEIDA

Graduação em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ.

E-mail:anacarolinechagas@yahoo.com.br

DEISE MIRANDA VIANNA

Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo/USP. Professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ. E-mail:deisemv@if.ufrj.br

Resumo: Este trabalho apresenta o jogo de tabuleiro Coleta Certa elaborado para ser uma alternativa de ferramenta de ensino com enfoque em CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), pois ele trabalha com o conceito de meia-vida para o decaimento radioativo usando a relação entre a meia-vida e o monitoramento de rejeitos radioativos. Além de oferecer o aprendizado sobre o conteúdo de radioatividade, o Coleta Certa foi elaborado a fim de que esse conhecimento seja construído pelos alunos, sendo eles os protagonistas no processo de ensino e aprendizagem. Para validar o jogo Coleta Certa, houve uma aplicação do jogo com coleta e análise de dados com uma turma de ensino superior da UFRJ. Para a análise dos dados coletados, foram utilizados os indicadores de alfabetização científica, a fim de verificar se houve a construção do conhecimento ao longo da participação dos jogadores de maneira investigativa. Com isso, foi possível além da elaboração do produto, a sua validação em relação ao seu potencial de ensino e aprendizagem dos conteúdos propostos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Ensino CTS, Radioatividade.

COLETA CERTA: MODERN BOARD GAME ABOUT RADIOACTIVE WASTE

Abstract: This paper presents the board game Coleta Certa designed to be an alternative teaching tool with a focus on STS (Science, Technology and Society), as it works with the concept of half life for radioactive decay using a relationship between the half life and radioactive waste monitoring. Further to offering learning about radioactivity content, the game was designed so that this knowledge is built by the students, who are the protagonists in the teaching and learning process. To validate the game Coleta Certa, the game was applied with data collection and analysis with a college students class at UFRJ. For an analysis of the collected data, scientific literacy indicators were used, in order to verify if there was the construction of knowledge along the players' participation in an investigative way. With this, it was possible, in addition to defining the game, its validation in relation to its teaching and learning potential of the proposed contents.

Keywords: Physics Teaching, STS Teaching, Radioactivity



INTRODUÇÃO

A modernidade traz consigo novos desafios na relação do professor com os educandos. De acordo com Viegas (2018), os alunos estão cada vez mais conectados com as informações e possuem autonomia para buscá-las, pois a sociedade está em grande processo de evolução tecnológica e social apesar do ensino brasileiro caminhar lentamente em relação a isso. Devido a esse crescente acesso à tecnologia e às mídias sociais, propostas de ensino não-convencionais em sala de aula estão sendo cada vez mais defendidas por diversos autores.

Segundo Moran (2017), um dos fatores que tornam a escola desinteressante é o fato da educação brasileira de um modo geral, ser incoerente com a realidade tecnológica que existe fora do ambiente escolar e da vida dos alunos, contribuindo para o desestímulo deles. Além disso, segundo o autor, essa realidade está longe de mudar, pois muitas escolas brasileiras resistem a transformá-las num local com maior participação dos alunos. Por isso, boa parte da comunidade acadêmica vivencia um aprendizado em que os alunos são apenas receptores do saber e os professores os transmissores desse conhecimento, com pouca ou nenhuma participação dos pupilos.

Em vista disso, encontra-se a necessidade de o professor da educação básica passar por uma adaptação deixando de ser apenas transmissor do conhecimento para se tornar o seu guia, utilizando as informações que os alunos buscam, de acordo com a curiosidade deles, para trabalhar de forma colaborativa e protagonizada pelos aprendizes. Segundo Costa e Barros (2014), a curiosidade pode se tornar um caminho para transformar o desconhecido em algo que pode ser aprendido por vontade de conhecimento e imaginação.

Assuntos referentes às Ciências e suas tecnologias fazem parte do desconhecido e do cotidiano ao mesmo tempo e em razão disso podem ser constantemente utilizadas para instigar a curiosidade dos alunos. Baseado nisso, o ensino de ciências exatas não pode ser utilizado para apresentar apenas conteúdos resumidos em equações e fenômenos de forma burocrática, mas sim para incentivar os estudantes a desenvolverem o seu raciocínio e conhecimento pelo meio da busca própria pelo aprendizado.

Um dos tópicos da Ciência que costuma ter bastante destaque nas mídias e, conseqüentemente para os alunos, é sobre radioisótopos e sua perturbação ao meio ambiente. Muito se fala sobre bombas atômicas, usinas nucleares, acidentes e as conseqüências desses, no entanto, por trás dessas notícias que muitas das vezes são falsas ou mal interpretadas, há muitos benefícios do uso da energia nuclear que pouco é citado.

Trabalhar sobre radioatividade está de acordo com uma das habilidades (EM13CNT103) da Base Nacional Comum Curricular, BNCC (2018), que diz que se deve “utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica” (BRASIL, 2018, p. 541).

Um recurso acadêmico que pode ser utilizado para ensinar esse tipo de conteúdo são jogos analógicos pois são uma boa alternativa para instruir assuntos que não podem ser estudados em laboratórios escolares nem trabalhados de maneira experimental em sala de aula por causa da necessidade de orientação e cuidado ao lidar com fontes de radiação nuclear.

Trabalhar com jogos está de acordo com a BNCC (BRASIL, 2018, p. 256), e com a



ARTIGO ORIGINAL

habilidade (EM13MAT203) que cita a importância do uso dessa ferramenta de ensino, quando se diz que se deve “utilizar ou criar jogos digitais, analógicos e simuladores para aplicar conceitos matemáticos e trabalhar a tomada de decisões”.

De acordo com Moran (2017), os jogos compõem um grupo de metodologias que possibilitam mais interatividade e maior participação dos alunos, favorecendo o processo de ensino e aprendizagem. Os desafios propostos durante um jogo exigem do aluno atenção e desenvolvimento lógico para resolvê-los, isto é, por meio do uso dos jogos didáticos em sala de aula, os alunos constroem o seu conhecimento e fomentam outras habilidades que contribuem para a formação de um cidadão crítico.

Tendo em vista isso, será apresentado neste artigo sobre uma ferramenta de ensino criada com o propósito de aprendizado por intermédio da curiosidade e engajamento dos estudantes, o jogo Coleta Certa.

Esse produto foi criado para possibilitar o ensino sobre decaimento radioativo e sobre as aplicações do uso de fontes radioativas na nossa sociedade de forma reflexiva e protagonizada pelo educando. Para isso, o jogo foi elaborado tendo como base o ensino com enfoque em CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) a fim de possibilitar aos jogadores serem alfabetizados cientificamente. Para a validação do Coleta Certa, houve uma aplicação com alunos do ensino superior, com coleta e análise de dados usando os indicadores de alfabetização científica.

JOGOS E ENSINO

Neste tópico pode-se ver a base teórica que permeia o jogo Coleta Certa como ferramenta de ensino. Além da definição do que é o jogo em si, pretende-se mostrar as relações entre os jogos e o ensino com enfoque em CTS,

apresentar o que são os jogos de tabuleiro modernos, no qual o Coleta Certa é classificado e, por fim, será apresentada a possibilidade que um aluno/jogador seja alfabetizado cientificamente.

CTS (CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE)

Quando se pensa na definição de jogo algumas palavras vêm à mente, como fantasia, desafio, regras, competição e diversão. De acordo com Huizinga (2019), na sua obra *Homo Ludens* a característica de jogo é intrínseca ao ser humano e a anterior à cultura, pois de acordo com o autor a construção de mundo e às relações humanas se dá pelo instinto natural do ser vivo de jogar. A partir disso o jogo pode ser interpretado como uma simulação da realidade, com o objetivo de realizar desafios, respeitando determinadas regras, competindo com outras pessoas que possuem o mesmo objetivo e se divertindo em todo o processo.

De acordo com Lopes (2020), os jogos didáticos podem ser criados com objetivo de abordar determinados conteúdos do currículo escolar e ao mesmo tempo associá-los a problemas reais. Sendo assim, educadores podem inventar jogos didáticos com temáticas envolvendo problemas sociais e/ou ambientais, em que os alunos precisam entendê-los muito bem para poder resolvê-los, motivados pela competição.

Essa perspectiva de simular a realidade está de acordo com o ensino com enfoque em CTS, onde o conteúdo é trabalhado totalmente conectado com a sua aplicação na sociedade e conseqüentemente na vida cotidiana do aluno. Segundo Aikenhead (2009, p. 22), “num currículo CTS, o conteúdo científico canônico está relacionado e integrado com o mundo cotidiano

dos estudantes de tal forma que espelha os esforços naturais dos estudantes para darem sentido a esse mundo. ” Por isso, sugere-se a segunda opção das duas apresentadas abaixo sobre decaimento radioativo, por exemplo:

1º apenas apresentar o cálculo de meia-vida juntamente com alguns exemplos de radioisótopos.

2º trazer questionamentos sobre quais locais na sociedade utilizam os radioisótopos, qual a relação da meia-vida de cada um e seu decaimento para a escolha dessas fontes de radiação, quais cuidados devem ser tomados com esse material e se os riscos valem a pena em relação a seus benefícios.

Assim dizendo, o ensino com enfoque CTS surge como uma forma de ensinar ciências para formar alunos para vida, para desenvolverem um pensamento crítico sobre os acontecimentos cotidianos, pois, de acordo com Fontes (2003, p. 3), “todas as relações têm de chegar à escola, têm de ser conhecidas, analisadas e discutidas pelos alunos, porque só alunos cientificamente informados podem ser cidadãos socialmente responsáveis”.

No ensino para educação básica, os alunos estão em processo de formação cidadã e não profissional, sendo então necessária uma formação para que esses estejam prontos para serem adultos críticos, onde o conteúdo trabalhado com eles tenha mais relação com o cotidiano, com os problemas que irão aparecer e as constantes mudanças decorrente dos avanços tecnológicos que estão ocorrendo cada dia com maior rapidez.

Portanto, pode-se definir o ensino com enfoque em CTS como uma forma de ensinar ciências, mostrando suas relações com a sociedade, em função do desenvolvimento

tecnológico a fim de mostrar seus benefícios, limitações e malefícios para todos, com o objetivo de formar cidadãos críticos aos problemas que surgem no mundo.

JOGOS DE TABULEIRO MODERNOS

De acordo com um *site* de definições e etimologia de palavras, tem-se a seguinte definição para a palavra jogo:

Jogo é um termo do latim “*jocus*” que significa gracejo, brincadeira, divertimento. O conceito de jogo consiste numa atividade física ou intelectual formada por um conjunto de regras e define um indivíduo (ou um grupo) como vencedor e outro como perdedor. (SIGNIFICADOS, 2021).

A partir do que foi dito acima, percebe-se que a etimologia da palavra jogo é a palavra divertimento e segundo Huizinga (2019), a característica fundamental do jogo é a diversão e o prazer de estar vivenciando aquela experiência que o jogo proporciona aos jogadores. De acordo com isso, o jogo através da sua fundamental característica de divertimento pode ser utilizado como ferramenta de ensino com o propósito de estimular os alunos a aprender determinado conteúdo trabalhado de forma simulada dentro do próprio jogo.

Há diversos tipos de jogos que podem ser utilizados com o propósito de ensino: analógicos (carta, tabuleiro, *Role-Playing Game*, etc.), eletrônicos e *on-line*. Para a elaboração do Coleta Certa foi escolhida a categoria de jogo analógico de tabuleiro, pois diferente dos demais, esse tipo de jogo possibilita que haja maior interatividade entre os jogadores devido a sua capacidade de

“reunir pessoas numa ocasião de sociabilidade” (NETO, 2009). Usando a classificação de Bernardes (2019) para jogos de tabuleiro, há os jogos clássicos, os tradicionais e os modernos.

Os jogos de tabuleiro clássicos foram criados há milhares de anos atrás, pois eram jogos construídos a partir de manufatura básica, que era o possível daquela época. Xadrez, Dama e Gamão são alguns exemplos de jogos clássicos. Os jogos de tabuleiro tradicionais começaram a surgir a partir da metade do século XIX, como *War* e Banco Imobiliário (*Monopoly*). Os jogos de tabuleiro modernos apareceram na década de 90, depois que a popularidade e venda dos jogos tradicionais diminuíram devido ao surgimento dos jogos eletrônicos, sendo o Catan e Carcassonne um dos precursores dessa nova era de jogos de tabuleiro.

O jogo Coleta Certa foi inspirado principalmente em jogos de tabuleiro modernos já existentes, pois possuem uma abordagem diferente dos jogos tradicionais. De acordo com que Prado (2018) discursa sobre as diferenças entre os jogos de tabuleiro tradicionais dos modernos, foi elaborado o quadro 1 abaixo:

Quadro 1 - Jogos Tradicionais X Jogos Modernos

Jogos de Tabuleiro Tradicionais	Jogos de Tabuleiro Modernos
Longo Tempo de Duração, levando a partida ao fim por exaustão.	Há diversos tipos de jogos, mas a média de duração é entre 30 minutos a duas horas.
Em alguns jogos ocorre eliminação dos jogadores ao decorrer de uma competição sem que haja mais a participação deles no jogo.	Todos os jogadores começam e terminam a partida juntos, podendo haver mudanças entre o possível vencedor a cada rodada.
Mecânicas simples, oferecendo aos jogadores poucas opções de escolha.	Mecânicas mais complexas onde há diversas opções possíveis e diversos caminhos que os jogadores

	podem construir de acordo com as suas tomadas de decisões.
Mecânicas repetitivas como a de rolar dados e andar casas, por exemplo.	Cada jogo de tabuleiro se torna único devido a diversidade de mecânicas que podem surgir quando se pensa num jogo de tabuleiro moderno.
As condições de vitória estão muito vinculadas com o fator de sorte dos jogadores, tornando o jogo desestimulante para o não venturoso da competição e previsível para todos.	Com a diversidade de mecânicas o fator sorte diminui significativamente, sendo a escolha de estratégia que será utilizada por cada jogador o fator principal que condicionará na vitória.
Desbalanceamento de pontuação, tornando o vencedor mais forte e o perdedor mais fraco e sem chances de vitória.	Mecânicas de equilíbrio para favorecer quem está perdendo e tornar a vitória possível para todos ao longo de toda a partida.

Fonte: PRADO, 2018, p. 31

De acordo com o quadro 1, pode-se dizer que os jogos de tabuleiro modernos são potenciais ferramentas de ensino, pois em busca da melhor resolução para o problema proposto pelo jogo, o jogador constrói seu conhecimento de forma engajada, assim sendo o protagonista em seu processo de aprendizagem. Sendo assim, o uso de jogos tem como objetivo possibilitar aos alunos que eles estejam motivados a aprender e a construir o seu próprio conhecimento. Por isso os jogos podem ser classificados como uma atividade investigativa.

De acordo com Zômpero e Laburú (2011), uma das definições do ensino por investigação é possibilitar aos alunos o ensino pela descoberta. Logo, na busca da resolução do problema que mobiliza o jogo, os educandos vão aprendendo de forma investigativa, pois o conhecimento é construído à medida que eles vão criando hipóteses e testando-as durante o jogo.



ARTIGO ORIGINAL

Para Prado (2018, p. 31), “as possibilidades de jogo são construídas a partir destas hipóteses e quando o sujeito executa uma jogada, leva em conta o universo de possibilidades existentes para ela.”

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

No tópico anterior, vimos que por intermédio de um ensino investigativo, interativo, coletivo e com inserção do aluno na resolução de problemas relacionados ao cotidiano e até às complexidades da nossa sociedade, os alunos não apenas aprendem um conteúdo de ciências, mas sim começam a pensar cientificamente.

Pensar cientificamente é ter a capacidade discernir suas ideias, sendo possível para os alunos durante uma aula com propósito de alfabetização científica, criar diferentes caminhos para resolução de problemas e utilizar isso para resolver desafios do seu dia a dia, isto é, de cunho científico, social, político e tecnológico, devido ao desenvolvimento do raciocínio lógico construído ao longo dessa alfabetização. Sasseron e Machado enfatizam esse fato.

O ensino das ciências deve ser estruturado de modo que os alunos participem ativamente de investigações sobre assuntos que envolvam temas científicos, colocando em prática habilidades de pensamento próximas às habilidades próprias de metodologias de trabalhos científicos. Tal abordagem promove a percepção de que a Ciência é uma construção humana e, portanto, social e histórica, e também possibilita o uso da metodologia analítica para a resolução de outros problemas em sua vida. (2017, p. 14)

Então, um aluno que passar por um processo de aprendizagem em que ele consegue por meio da investigação construir seu conhecimento, haverá consequentemente treino da sua capacidade de pensar cientificamente e o geração do pensamento crítico. Além disso, os alunos que são apresentados às influências que o conteúdo de ciências possui na sociedade como todo, tendem a ver com sensibilidade como as ramificações da Ciência interferem o nosso futuro direta e indiretamente, auxiliando na formação de cidadãos críticos. De acordo com Firme (2020), um cidadão que é alfabetizado cientificamente possui a capacidade de avaliar as mudanças científicas e tecnológicas que ocorrem na nossa sociedade e intervir quando necessário.

Portanto, relacionando isso com o que foi dito no tópico anterior, um ensino investigativo e com enfoque em CTS pode possibilitar uma alfabetização científica.

INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Quando se aplica uma atividade com um grupo de estudantes, como um jogo por exemplo, as falas dos alunos durante a atividade podem ser gravadas e analisadas posteriormente. Uma das formas de análise para verificar se houve ou não alfabetização científica durante a atividade proposta é por meio dos indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008). Esses indicadores mostram que há um caminho lógico que a pessoa que está sendo alfabetizada cientificamente normalmente percorre e que cada etapa do processo pode ser classificada como mostra o quadro 2 abaixo.

Quadro 2 - Indicadores de alfabetização científica

Grupos	Indicadores
Trabalho direto com os dados empíricos (Grupo 1)	Seriação de Informações
	Organização de Informações
	Classificação de Informações
Estruturação do pensamento e construção de uma ideia lógica e objetiva (Grupo 2)	Raciocínio Lógico
	Raciocínio Proporcional
Busca do entendimento da situação analisada (Grupo 3)	Levantamento de Hipóteses
	Teste de Hipóteses
	Justificativa
	Previsão
	Explicação

Fonte: Indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008, p. 338)

Sasseron e Carvalho (2008) separam esses indicadores em grupos, como mostra a primeira coluna do quadro 2 acima, de acordo com cada fase de investigação.

No **grupo 1**, os alunos trabalham com a observação e experimentação, organizam as ideias e criam métodos de acordo com material fornecido. Com a obtenção dos dados ao longo da atividade, eles vão criando hipóteses e começando a relacionar estes dados com o problema proposto, encaixando essa etapa no **grupo 2**. Por fim, no **grupo 3**, os estudantes começam a obter o entendimento sobre a atividade e o problema, iniciando as suas justificativas e conclusões.

Desse modo, a base teórica que sustenta esse trabalho são os jogos e o ensino com enfoque em CTS, pois o jogo Coleta Certa apresenta uma aplicação da radioatividade no cotidiano como forma de estimular a curiosidade dos alunos e de possibilitar a reflexão crítica acerca do conteúdo proposto, sendo os estudantes protagonistas no processo de ensino e aprendizagem, pelo meio da busca da construção do conhecimento, para estarem no caminho de serem alfabetizados cientificamente.

O JOGO COLETA CERTA

De acordo com o Huizinga (2019) uma das características formais do jogo é que ele possui um local determinado para ser idealizado, chamado por ele como círculo mágico, onde a história e as regras propostas pelo jogo são válidas. No Coleta Certa o círculo mágico é um depósito de rejeitos radioativos de uma cidade que, apesar do grande desenvolvimento da região, apresenta um grave problema com o acúmulo de rejeitos radioativos que estão armazenados em caçambas de chumbo, ocupando um grande espaço. Esses rejeitos, até então, eram colocados nos depósitos sem ter alguém ou uma equipe para monitorar quando eles poderiam sair de lá, fazendo com que os depósitos ficassem cada vez mais cheios. Por isso, há a necessidade de uma equipe de físicos para analisar quais rejeitos já deveriam ser coletados antes e quais ainda precisam ficar nos depósitos, um pouco ou muito mais tempo.

A outra característica formal do jogo, segundo Huizinga (2019) é o fato do jogador estar imerso numa realidade paralela e fictícia, criada pelo jogo, tornando ele um personagem enquanto estiver presente naquela realidade. No Coleta Certa, para que o problema do acúmulo de rejeitos radioativos seja resolvido, os jogadores assumirão o papel dos físicos contratados que

farão o monitoramento da coleta desses objetos contaminados, respeitando o tempo correto que cada rejeito precisa para deixar de ser nocivo, em função da meia-vida do elemento contaminador e da sua atividade radioativa inicial. Portanto, aquele que melhor organizar os rejeitos no tempo correto de coleta (tempo de se tornarem não prejudiciais à saúde e ao meio ambiente) será o representante da equipe de físicos e ganhará a competição.

Esse jogo possui modo PVP (*player versus player*), isto é, todos jogam contra todos havendo apenas um vencedor. O jogo é para no mínimo dois jogadores e no máximo quatro, e o tempo médio de um encontro é de 1 hora e 45 minutos.

Por conseguinte, Coleta Certa é um jogo de tabuleiro criado para trabalhar o conceito de meia-vida para o decaimento radioativo através da simulação do manuseio de rejeitos radioativos de um depósito provenientes do uso de fontes radioativas de uma cidade fictícia.

COMPOSIÇÃO DO JOGO COLETA CERTA

1. Tabuleiros

O jogo é composto por cinco pequenos tabuleiros, onde cada um representa um tipo de depósito referente ao local que gerou os rejeitos que ali estão presentes. Cada tabuleiro possui um contorno de cor diferente, para associar o local com as fichas de rejeito e as cartas de pesquisa, que serão apresentadas posteriormente. Esses locais e as cores que as representam são: Clínica de Radiodiagnóstico (vermelho), Clínica de Radioterapia (azul), Agricultura (verde), Usina Nuclear (cinza) e Indústria (amarelo).

2. Ficha de rejeitos radioativos

Os rejeitos representam os objetos que foram contaminados. Como são radioativos, foram para

os depósitos (tabuleiros) correspondentes. No total há 52 rejeitos, separados por local, sendo que cada um é representado por uma cor diferente na borda da ficha, exatamente como mostrado no item anterior sobre os tabuleiros. As fichas que representam estes rejeitos são as principais peças do Coleta Certa, pois são elas que vão determinar no final a pontuação e o ganhador da competição. Veja um exemplo de ficha de rejeito na figura 1 a seguir.

Figura 1 - Frente de uma ficha de rejeito radioativo



Fonte: As autoras

Na ficha são apresentadas as principais características dos rejeitos. No exemplo da figura 1, a imagem e o título da blusa de proteção representam o objeto que foi contaminado. Embaixo do título é informado o radioisótopo que contaminou o objeto. O valor abaixo do símbolo de radioatividade (amarelo e preto) se refere a quantidade de radiação em Becquerel por grama (atividade radioativa) que foi detectada no objeto quando ele chegou ao depósito. O valor abaixo do símbolo verde, logo ao lado do símbolo de radioatividade, se refere à quantidade de radiação mínima que aquele rejeito precisa emitir para ser considerado seguro e poder sair do isolamento no depósito. Esses valores, chamados de atividade de isenção, foram coletados de acordo com a norma da CNEN (2011), sobre tratamento de rejeitos radioativos. A informação ao lado do relógio indica o tempo que o rejeito está no depósito e o código no canto direito é só para auxiliar na hora de associar o rejeito com a

sua carta de pesquisa, que será apresentada a seguir.

3. Cartas de Pesquisa

As cartas de pesquisa são de grande importância investigativa, pois são elas que fornecem os dados sobre o tempo que os núcleos radioativos de cada átomo decaem. Logo, existe um tipo de carta de pesquisa para cada ficha de rejeito, tendo um total de 52 cartas também. Veja um exemplo de carta de pesquisa na figura 2 a seguir.

Figura 2 - Exemplo de carta de pesquisa



Fonte: As autoras

O verso das cartas de pesquisa possui como símbolo uma lupa e um código que é igual ao que aparece no rejeito que a carta representa. Já na frente dessas cartas é apresentado um gráfico de barras, com a atividade radioativa em função do tempo, mostrando o que ocorre com a quantidade de átomos radioativos em cada meia-vida. A última barra de todas as cartas de pesquisa não possui o tempo necessário para que a quantidade de átomos radioativos alcance o valor do quarto e último decaimento, possibilitando o jogador a calcular e perceber que o tempo para cada decaimento possui um padrão, isto é, uma constante, sendo essa a meia-vida do elemento radioativo analisado. Além disso, em algumas cartas o valor da atividade de isenção vai além dos três decaimentos apresentados na carta, obrigando os jogadores a analisarem o cálculo necessário para que eles consigam encontrar o valor desejado. Quando o jogador entende o cálculo da atividade em função do tempo, ele

consegue descobrir o tempo certo para que a atividade inicial diminua até a ordem de grandeza da atividade de isenção.

4. Cartas de Dica

As cartas de dica possuem exemplos de utilizações dos elementos radioativos nos locais indicados nos tabuleiros. Essas dicas servem para ajudar o jogador a entender a importância do tempo de emissão de radiação de cada radioisótopo apresentado. No final de cada carta de dica há um vínculo do tempo de emissão de radiação de cada elemento radioativo com o tempo correto que os rejeitos contaminados por um mesmo radioisótopo tendem a precisar para sair do depósito, facilitando a análise do jogador. Rejeitos com baixa meia-vida, por exemplo, costumam precisar de pouco tempo no depósito em relação aos outros.

5. Caixa de armazenamento

As caixas de armazenamento servem para indicar o tempo que cada rejeito precisa para sair do depósito, de acordo com a análise dos jogadores. Cada um recebe no início da partida duas caixas, sendo cada uma composta por três espaços, como pode ser observado na figura 3.

Figura 3 - Vista superior das caixas armazenamento

1	2	3
0 dia	2 meses	6 meses
4	5	6
1 ano	2 anos	+ 2 anos

Fonte: As autoras

Em cima de cada espaço da caixa há um intervalo de tempo e uma numeração para indicar a ordem desse tempo. Os jogadores devem

colocar os rejeitos no espaço referente ao período mais próximo e posterior àquele que verificou ser o correto para o fim do isolamento do rejeito, levando em consideração o tempo que eles já estão em depósito.

Os rejeitos que deveriam ser coletados antes e que não precisam de mais tempo além do que eles já passaram no depósito, são colocados no espaço de 0 dia. Os outros, que precisam de mais tempo além do que está em depósito, vão ser colocados nos outros espaços de acordo com o que foi dito acima.

Essas caixas são essenciais para a contagem de pontos no final da competição, de acordo com a organização de cada jogador.

6. Cartas de Permissão

É através das cartas de permissão que os jogadores conseguem coletar os rejeitos, pegar as cartas de pesquisa e cartas de dica. Essas cartas são entregues no início do encontro, quando cada um recebe um baralho de sete cartas. Na figura 4 a seguir todas as cartas de permissão do Coleta Certa são apresentadas.

Figura 4 - Cartas de permissão do Coleta Certa



Fonte: As autoras

No baralho há duas das três primeiras cartas apresentadas na figura 4 e uma da última carta, fechando um baralho de sete cartas.

FASES DA COMPETIÇÃO: COMO JOGAR O COLETA CERTA

1. Antes

Todos os jogadores recebem antes da partida começar: duas cartas iniciais, sendo uma de dica e uma de pesquisa e ambas sobre o iodo-131; duas caixas de armazenamento; e sete cartas de permissão. Todos devem analisar e se familiarizar com os componentes recebidos em mãos.

2. Durante

Depois de analisar com cautela as cartas recebidas no início, o primeiro jogador escolhe qual carta de permissão ele irá usar naquele momento. Depois de realizar a ação da carta, a vez passa para o próximo jogador e segue desse jeito. Veja no quadro 3 as regras que devem ser obedecidas durante a competição.

Quadro 3 - Regras gerais do Coleta Certa

Tópicos	Regras
Cartas de permissão	Depois de utilizada ela deve ser descartada.
Rejeitos, cartas de pesquisa e cartas de dica	Cada jogador escolhe livremente qual rejeito, carta de pesquisa e de dica ele quer pegar, respeitando apenas as restrições da carta de permissão que ele está usando.
Limite de rejeitos	Cada jogador só pode pegar até três rejeitos contaminados pelo mesmo elemento químico. Caso isso não ocorra, o jogador deverá descartar os rejeitos em excesso, que ele tenha colocado no local certo na caixa de armazenamento, ou seja, rejeitos que pontuaram.
Caixas de armazenamento	Os rejeitos depois de coletados e encaixados nas caixas de armazenamento podem ser realocados de acordo com a vontade dos jogadores até o final da partida.
Tempo dentro do jogo	Para fins de cálculo, dizemos que todos os meses possuem 30 dias.

Fonte: As autoras

3. Final

A competição termina quando as cartas de permissão acabam, ou seja, depois de sete rodadas. Após isso, eles recebem uma folha com um quadro de pontuação de cada rejeito para cada tempo indicado nas caixas de armazenamento. Veja no quadro 4 a seguir alguns exemplos da pontuação dos rejeitos.

Quadro 4 - Pontuação de alguns rejeitos

Código dos rejeitos	(0 dias)	(2 meses)	(6 meses)	(1 ano)	(2 anos)	(+2 anos)
1RD	10	0	0	0	0	0
2UN	-1	-1	-1	-1	-1	10

Fonte: As autoras

De acordo com o quadro acima há pontuações iguais a 0, -1 e 10. Todos os rejeitos que são colocados no momento certo de coleta, dão ao jogador 10 pontos para cada rejeito. Já os que são colocados antes, tiram 1 ponto do jogador, pois ele está induzindo uma coleta de um rejeito ainda com radiação acima do permitido. Por fim, os que são colocados depois do tempo não somam nada ao jogador, porque por mais que esse rejeito esteja dentro das normas em relação a seu nível radioativo, o jogador está contribuindo para o acúmulo de rejeitos no depósito. A contagem é feita com uma pessoa de cada vez e com todos os jogadores acompanhando a contagem.

APRESENTAÇÃO GERAL DAS PEÇAS

O jogo com todos os seus componentes e como esses devem ser organizados antes de iniciar uma partida, pode ser visto na figura 5 a seguir.

Figura 5 - Apresentação de todos os componentes do Coleta Certa



Fonte: As autoras

Essas cartas que acompanham as caixas de armazenamento são as cartas de pesquisa (com a lupa) e de dica (com a lâmpada) que os jogadores recebem antes da competição começar, além das cartas de permissão. Todas elas são sobre o mesmo radioisótopo, o iodo-131, como já foi dito anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a elaboração do jogo apresentado acima, foi realizada uma aplicação com uma turma formada por graduandos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) durante uma aula da disciplina de Instrumentação para Ensino I, no primeiro semestre de 2019. Essa disciplina faz parte do final da grade curricular do curso.

Essa disciplina normalmente é dividida em diferentes tópicos, fazendo com que em cada uma ou duas semanas os alunos leiam e discutam sobre um assunto específico, finalizando o estudo com a apresentação de uma atividade que pode ser aplicada em sala de aula.

No momento da aplicação, os alunos estavam estudando sobre metodologias lúdicas

para serem utilizadas na educação básica. Sendo o jogo Coleta Certa um exemplo dessa metodologia, este pôde fomentar a pesquisa da turma após a aplicação.

Além da análise sobre a metodologia lúdica, uma análise pôde ser feita por parte das autoras sobre a aptidão de ensinar do Coleta Certa, visto que o conceito de meia-vida para o decaimento radioativo atualmente não faz parte da grade curricular da maioria das escolas e nem da graduação de Licenciatura em Física da UFRJ, mesmo esse conteúdo sendo proposto pela BNCC (2018) para o ensino médio.

Para a aplicação desse produto, foram necessárias duas horas e meia de aula, sendo a primeira hora para a organização e explicação do jogo e os 90 minutos restantes para a competição e encerramento com uma discussão sobre o Coleta Certa. Nesse final, o grupo falou sobre suas hipóteses testadas e, através delas, eles analisaram quais foram os caminhos que eles escolheram durante o jogo, sendo estes positivos ou não e esclareceram suas dúvidas, explicitando que o conceito proposto foi explorado durante esse tempo. Ademais, foi falado sobre o novo conhecimento dos participantes acerca do uso dos radioisótopos.

Durante a aplicação, as falas dos participantes foram gravadas e posteriormente transcritas, e com intuito de analisar se o jogo tem capacidade de promover alfabetização científica, foram utilizados os indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008), como mostrado no referencial teórico.

A cada momento, diferentes indicadores de alfabetização científica foram identificados. No início eles organizaram suas informações, que nesse jogo são as cartas com gráficos e dicas. Em seguida, eles criaram hipóteses de qual a lógica que eles deveriam usar para descobrir o tempo certo de coleta dos rejeitos e começaram a elaborar um raciocínio lógico para justificar qual

caminho eles deveriam seguir. No decorrer do encontro, essas hipóteses foram confrontadas com as novas cartas adquiridas e a forma de atuação dos outros jogadores. No final, eles conseguiram explicar aquilo que aprenderam ao longo da partida.

Os quadros 5 e 6 a seguir mostram uma parte das falas dos jogadores no final da aplicação. Foi intitulada como mediadora a autora deste trabalho que fez a aplicação com os alunos. Todos os nomes foram modificados a fim de manter o anonimato dos participantes.

Quadro 5 - Falas transcritas durante a aplicação do Coleta Certa

Jogadores	Falas transcritas	Observações
João	É... eu estou percebendo um padrão aqui, isso está em progressão. Que pelo o que estou percebendo aqui, a cada intervalo de tempo... eu vou ajudar vocês mas, ou não... (risos)	João começa a levantar hipóteses sobre o intervalo de tempo, presente nas cartas de pesquisa, possuir um padrão.
Mediadora	Eu senti firmeza, João.	-
João	Mas olha só, em cada intervalo de tempo, essas barrinhas... elas estão, é... por exemplo, isso aqui é metade disso... é isso que eu tinha percebido... que a cada intervalo de tempo reduz tipo numa progressão.	João, após o levantamento de hipóteses, expõe o seu raciocínio lógico e explica a relação entre o decaimento radioativo e o tempo de meia-vida.
Bruno	É, eu achei, mas...	-
Mediadora	Ela (Maria) tinha falado isso também, ela tinha falado exatamente isso. Vocês estão em sincronia perfeita. Quando um fala e outro fala a mesma	-

	coisa, quer dizer que vocês estão no caminho certo.	
João	Foi meu subconsciente.	-
Maria	Captou minha mensagem? Que nem eu sei que está certo.	-

Fonte: As autoras

No momento que a partida já está chegando ao fim, a relação entre a meia-vida e o decaimento radioativo já está sendo construída. A partir de agora, eles vão começar a associar o conhecimento adquirido com as possibilidades de vitória.

No quadro 6 a seguir, João começa a perceber algumas peculiaridades em relação à meia-vida de alguns radioisótopos, deixando a análise mais fácil de ser compreendida.

Quadro 6 - Falas transcritas durante a aplicação do Coleta Certa

Jogadores	Falas transcritas	Observações
João	Uma coisa que eu não estou entendendo... eu não sei se vocês vão querer me ajudar, mas (risos)... uma coisa que eu não estou entendendo é o seguinte: por exemplo, eu peguei aqui um cézio, aí tá zero anos e pulou para 30... Como é que de 30 anos...	João está organizando as informações fornecida na carta de pesquisa do cézio-137.
Mediadora	Eu chamo isso de "é a vida".	-
João	Onde é que 30 anos, po, aqui só tem mais dois...	Dúvida sobre onde encaixar os rejeitos que possuem a meia-vida muito longa.
Mediadora	Mais dois é infinito, mais dois pode ser 100 mil, 1 milhão, 1	-

	trilhão... É porque ali está dois anos...	
João	Ah, verdade! Mais de dois anos, maior que dois anos...	-
Mediadora	Exatamente, porque mais do que essa da última, entendeu? Que é dois. Só isso...	-
João	Ah, entendi! É que eu entendi que mais dois anos...	-
Mediadora	Não...precisa de mais...	-
João	Mais de dois anos...	-
Mediadora	Isso, porque esses todos já estão somando...	-
João	Esse com certeza vai aqui. Preciso nem... preciso nem pensar	João levanta a hipótese que o rejeito, pelo fato de possuir a meia-vida alta, sem dúvidas deve ser colocado no último espaço da caixa de armazenamento.

Fonte: As autoras

Depois de entender melhor sobre o conceito de decaimento radioativo relacionado à meia-vida, João consegue perceber que rejeitos contaminados por elementos radioativos que possuem uma meia-vida altíssima, como o cézio-137, precisam de muito mais tempo do que os presentes nas caixas de armazenamento, mesmo contando com o tempo em depósito de todos os rejeitos. Então, todos os rejeitos, sem nenhuma exceção, que possuem a meia-vida muito alta, devem ser colocados no último espaço da caixa de armazenamento, indicando que esses só podem ser retirados do depósito após muitos anos.

Após a contagem de pontos, os jogadores e a mediadora falaram sobre o conteúdo das cartas de dica, onde são apresentados os locais



ARTIGO ORIGINAL

que usam de elementos radioativos, no qual todos disseram não saber de todos os benefícios do uso da radiação nuclear. Depois a mediadora relatou sobre o acidente em Goiânia, ocorrido em 1987, por causa de um mal monitoramento de rejeito de céσιο-137, que era utilizado em uma clínica de radioterapia, fazendo a conexão do que foi vivenciado pelos jogadores durante a competição (OKUNO, 1988).

Ou seja, o jogo possibilitou a esses participantes que o conhecimento sobre meia-vida para o decaimento radioativo fosse aprendido de forma investigativa, pois foi através da busca pela vitória que os jogadores foram construindo os seus conhecimentos. Além disso, após o jogo, foi possível uma reflexão acerca do uso de radioisótopos na sociedade e os cuidados necessários com os objetos contaminados por fontes radioativas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi gerar uma ferramenta de ensino lúdico e pesquisar sobre o potencial dos jogos de tabuleiros modernos para a Educação. Para isso foi utilizado o jogo Coleta Certa, criado para instruir o conceito de meia-vida e o decaimento radioativo, contextualizado no uso de fontes de radiação nuclear em alguns locais da nossa sociedade e o monitoramento de rejeitos radioativos que são gerados nesses locais. Com a aplicação do jogo e os dados coletados, algumas análises foram realizadas, sendo assim possível chegar a algumas conclusões.

Para a educação básica, o jogo é uma alternativa de ensino mais moderno, em que o aluno participa ativamente do aprendizado. Ademais, são ferramentas prontas - onde o único gasto é na impressão de peças e papéis - para serem levados para sala de aula. A função do

professor é de orientar o jogo e formalizar o conteúdo, enquanto os alunos aprendem de forma natural buscando as melhores estratégias para alcançar a vitória. A atividade pode ser acrescida com o uso de outros recursos conjuntos ao jogo como filmes e documentários, por exemplo, deixando a discussão sobre esse assunto mais completa e mostrando por outros meios como o uso de radioisótopos ocorre na nossa sociedade, os seus benefícios e os cuidados necessários que devemos ter quando lidamos com fontes de radiação nuclear, enriquecendo a discussão e fortalecendo o processo de formação cidadã crítica dos participantes.

O jogo de tabuleiro moderno, por possuir características capazes de simular situações comuns e por possibilitar uma complexidade maior em suas regras, se mostrou eficaz para ser utilizado como metodologia de ensino investigativo. Ademais, a temática científica ajuda a aproximar os jogadores ao conteúdo de ciências de maneira divertida, fazendo com que estes interajam com o tema proposto, associando-o com questões cotidianas.

O jogo Coleta Certa se mostrou eficaz em relação a como os jogadores se desenvolvem ao longo das competições. Isto posto, se conclui que os resultados foram satisfatórios e que o Coleta Certa é um instrumento eficaz de ensino investigativo e lúdico com enfoque em CTS e, por conseguinte, pode promover uma alfabetização científica.

Certamente ainda é um ramo pouco explorado, e necessita de muita pesquisa na área, no entanto, os bons resultados provam ser uma ferramenta promissora na educação ao alcance das escolas.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. **Educação Científica para Todos**. Mangualde: Pedago, 2009. 187 p. Tradução de Maria Tereza de Oliveira.

BERNARDES, M. P. Reflexões sobre o lançar de dados na sala de aula: considerações sobre o desenvolvimento de um jogo de tabuleiro moderno para o ensino de História e suas possibilidades. **História, histórias**, [S. l.], v. 7, n. 13, p. 56–77, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/hh/article/view/19293>. Acesso em: 26 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em: 20 de Jul. de 2021.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Posição Regulatória 3.01/001:2011**. Rio de Janeiro, RJ. Mai. 2011. Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_01.pdf. Acesso em: 26 Jul. 2021.

COSTA, E. C. P.; BARROS, M. D. M. L., Câmera, ação: o uso de filmes como estratégia para o ensino de Ciências e Biologia. **Revista Práxis**, [S. l.], v.6, n.11, p.81-93, 2014. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/10623>. Acesso em: 25 Jul. 2021.

FIRME, R.N. (2020). Abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências: de qual tecnologia estamos falando desde esta perspectiva em nossa prática docente? **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, 15(1), 65-82. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/14300/15456>. Acesso em: 16 Set. 2021.

FONTES, A. **A educação em Ciência através da abordagem CTS: Um contributo para literacia científica dos cidadãos**. Vila Real:

Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, 2003. 31 p. Série Didática: Ciências aplicadas.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura**. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2019.

LOPES, A. Educação CTS associada ao uso de jogos de tabuleiro visando a abordagem de temas socioambientais: uma alternativa para competências previstas na BNCC no ensino médio. **Semana Acadêmica**, [S. l.], n. 197, v.1, 2020. Disponível em:

https://semanaacademica.com.br/system/files/artigos/artigo_jogos_versao_final.pdf. Acesso em: 22 Jul. 2021.

MORAN, J. Como transformar nossas escolas: novas formas de ensinar a alunos sempre conectados. In: CARVALHO, M. T. (org.). **Educação 3.0: novas perspectivas para o ensino**. Porto Alegre: Sinepe/Rs/Unisinos, 2017. p. 63-87. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2017/08/transformar_escolas.pdf. Acesso em: 26 jul. 2021.

NETO, E. G. Jogo de tabuleiro se renova, volta à moda e ganha mercado. **Folha de S. Paulo**. Mercado (caderno), São Paulo, Dez., 2009. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi2211200916.htm>. Acesso em: 26 Jul. 2021

OKUNO, E. **RADIAÇÃO: Efeitos, Riscos e Benefícios**. São Paulo: Harbra, 1988. 81 p.

PRADO, L.L. Jogos de tabuleiro como ferramenta pedagógica: Pandemic e o ensino de Ciências. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, V. 02, n. 02, p. 25-38, Jul./Dez. 2018. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/1485/1522>. Acesso em: 25 Jul. 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em**



ARTIGO ORIGINAL

Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/263>. Acesso em: 26 Jul. 2021.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V.
F. Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar Física. São Paulo: Livraria da Física, 2017. 87 p.
 Coordenação de: Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira.

SIGNIFICADOS. **O que é jogo**. Disponível em: <https://www.significados.com.br/jogo/>. Acesso em: 26 Jul. 2021.

VIEGAS, A. **Os desafios da escola no mundo contemporâneo**. Plataforma Educacional, 2018. Disponível em: <https://www.somospar.com.br/os-desafios-da-escola-no-mundo-contemporaneo/>. Acesso em: 20 Jul. 2021.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.13, n.3, p.67-80, Set./Dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 22 Jul. 2021.

APÊNDICE B – MANUAL DO JOGO



APÊNDICE A – PEÇAS DO JOGO

