

NA TRILHA DA RADIAÇÃO: A PRODUÇÃO DE UM JOGO PEDAGÓGICO A PARTIR DA PRÁTICA COMO COMPONENTE CURRICULAR

ON THE RADIATION TRAIL: THE PRODUCTION OF A PEDAGOGICAL GAME FROM PRACTICE AS A CURRICULAR COMPONENT

Beatriz Cardoso dos Santos

Universidade Federal de Goiás/ Instituto de Ciências Biológicas/ becardosso33@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-5733-4990>

Gabriela Peres de Faria

Universidade Federal de Goiás/ Instituto de Ciências Biológicas/ gabigpdf@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-8009-9439>


Erick Henrique Siqueira Paiva

 <https://orcid.org/0000-0003-2173-2932>

Universidade Federal de Goiás/ Instituto de Ciências Biológicas/ erickhsp18@hotmail.com

Simone Sendin Moreira Guimarães

Universidade Federal de Goiás/ Departamento de Ensino de Ciências/ICB/ sisendin@ufg.com

 <https://orcid.org/0000-0002-6559-2591>

Fabília Paula de Faria

Universidade Federal de Goiás/ Departamento de Bioquímica e Biologia celular/fabricia@ufg.br

 <https://orcid.org/0000-0002-8534-8131>

Resumo

O relato de experiência aqui apresentado se refere a uma atividade organizada no âmbito da disciplina de Biofísica em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no contexto das Práticas como Componente Curricular (PCC). Especificamente trata-se da descrição do processo de elaboração/criação do jogo *Césio-137: Na trilha da radiação*. O objetivo dessa produção foi criar alternativas para o ensino do conceito de "Radiações ionizantes". A construção do jogo foi orientada por duas grandes referências: a) jogos pedagógicos e b) história e filosofia da ciência. Consideramos que a PCC pode ser um momento ímpar para integração teoria-prática na formação de professores. Em relação ao jogo, o mesmo pode ser utilizado para apresentação de um novo conceito (radiação ionizante)

contextualizado histórica e localmente (à luz do acidente radiológico com Césio-137) e para realizar uma revisão e/ou avaliação sobre o conteúdo proposto.

Palavras-chave: História da Ciência; Césio-137; Ensino de Ciências; Formação de Professores.

Abstract

The experience report presented here refers to an organized activity within the scope of the Biophysics course in a Degree of Biological Sciences in the context of Practices as a Curricular Component (PCC). Specifically it is the description of the process of elaboration/creation of the game *Cesium-137: On the Radiation Track*. The objective of this production was to create alternatives for teaching the concept of "ionizing radiation". The construction of the game was guided by two great references: a) pedagogical games and b) history and philosophy of science. We consider that it can be used for presentation of a new concept (ionizing radiation) to contextualize historically and locally thematic (relation to the accident with Cesium-137) and to conduct a review and/or evaluation of the proposed content.

Keywords: History of Science; Cesium-137; Science teaching; Teacher training.

Introdução

O ensino de ciências no Brasil foi palco de muitas mudanças desde a sua inserção na Educação Básica. Para Silva e Pereira (2011), tudo começa com a vinda da família real portuguesa para o Brasil em 1808 e a fundação de diversas escolas, que se organizaram a partir de currículos contendo noções de física e de outras ciências naturais, mas nada muito sistematizado. Foi só no Império, com a criação do Colégio Pedro II no Rio de Janeiro, que o ensino de ciências foi sistematizado em uma matéria escolar, porém, ainda era "puramente expositivo e se baseava no uso de manuais didáticos estrangeiros ou traduzidos" (p.3). Com a Reforma Francisco Campos (anos 1930) há uma sequenciação entre ciências físicas e naturais, mesmo assim, era "organizado como um conjunto de verdades clássicas, constituído de conceitos e definições (p.4)".

Foi só a partir da década de 1950, que o ensino de ciências passou a fazer parte de maneira mais significativa do currículo escolar. Dessa época até agora, quase 70 anos se passaram e o ensino de ciências, a despeito de todas as mudanças sofridas, ainda é identificado como um espaço em "crise". Para Krasilchik (1988), essa conjuntura não pode ser destacada da crise que atinge todo o processo educacional, mas exige soluções próprias relacionadas a um campo de conhecimento específico.

A despeito da complexidade dessa crise, uma das contribuições para sua resolução está relacionada à formação de bons professores de ciências, capazes de realizar contextualizações históricas, bem como problematizar elementos relacionados à natureza da ciência (Biologia, Física e Química). Ainda hoje, o conhecimento científico é

apresentado como uma verdade pronta, imutável e sem influência do contexto histórico-social. Quando uma abordagem histórica é apresentada nos livros didáticos, ela aparece reduzida a biografias repletas de datas, como curiosidades ou notas de rodapé, colocando os cientistas como seres isolados, que não são influenciados pelo contexto em que vivem. O resultado disso é, na maioria das vezes, uma concepção sobre a natureza da ciência insuficiente na qual a ciência é percebida como atividade de gênios e não como um empreendimento humano que influencia e é influenciado pelo contexto em que se insere.

Diante do exposto, pensar em uma boa formação é propor um currículo que, além de promover um ensino “de ciências” promova uma educação sobre ciências”. Pensando nisso, o relato de experiência aqui apresentado se refere a uma atividade organizada no âmbito da disciplina de Biofísica do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, no contexto das Práticas como Componente Curricular (PCC). Especificamente, trata-se da descrição do processo de elaboração/criação do jogo *Césio-137: na trilha da radiação*, como atividade da PCC do referido curso. O objetivo dessa produção foi criar alternativas para o ensino do conceito de “Radiação ionizante”. A construção do jogo foi orientada por duas grandes referências: a) jogos pedagógicos e b) história e filosofia da ciência. Discutiremos esses dois tópicos posteriormente, mas a princípio, é preciso refletir sobre alguns aspectos da Prática como Componente Curricular, pois, ela representa o contexto que levou a criação do jogo supracitado.

Nosso contexto: a prática como componente curricular

A Prática como Componente Curricular (PCC) surge em virtude da urgência de se criar uma intersecção entre a teoria (predominante na universidade) e a prática (hegemônico na escola de educação básica), objetivando uma formação de professores que apresente os aspectos da realidade profissional e a constituição de uma práxis docente. Porém, a inserção da PCC nas licenciaturas e, em especial na formação de professores de biologia, não é uma discussão nova. Já em 2001, algumas mudanças promovidas pelo Conselho Nacional de Educação que orientam, através de Diretrizes e Pareceres, a diferenciação entre Prática como Componente Curricular e Estágio Supervisionado, estabelecem objetivos e instituem a carga horária da PCC em, no mínimo, trezentas horas distribuídas desde o início dos cursos de licenciatura. Esses pareceres são: CNE/CP 21/2001, CNE/CP 28/2001, CNE/CP 2/2002, CNE/CES 15/2005. Vale destacar que o parecer CNE/CP 28/2001 é que define a PCC e institui a carga horária de no mínimo trezentas horas, através do artigo 65 da Lei 9.394/96. As demais resoluções e pareceres atuaram incrementando e esclarecendo os pareceres anteriores. O parecer CNE/CES 15/2005, por exemplo, esclarece que:

A prática como componente curricular é o conjunto de atividades formativas que proporcionam experiências de aplicação de conhecimentos ou de desenvolvimento de procedimentos próprios ao exercício da docência. Por meio destas atividades, são colocados em uso, no âmbito do ensino, os conhecimentos, as competências e as habilidades adquiridos nas diversas atividades formativas que compõem o currículo do curso. As

atividades caracterizadas como prática como componente curricular podem ser desenvolvidas como núcleo ou como parte de disciplinas ou de outras atividades formativas. Isto inclui as disciplinas de caráter prático relacionadas à formação pedagógica, mas não aquelas relacionadas aos fundamentos técnico-científicos correspondentes a uma determinada área de conhecimento (p.03).

Segundo Oliveira Neto (2019), após os Pareceres e Resoluções mencionados, a formação de professores passa por um período de readequação, na qual novos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC) são construídos para cumprir as determinações legais. Ainda nesse sentido, a Resolução número 2, de julho de 2015 é promulgada, tendo em vista a definição de novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores. Essa nova resolução mantém a PCC como parte do Currículo dos cursos de licenciatura, continuando com uma carga de 400h, distribuídas ao longo de toda formação. Dessa forma, as Universidades passaram a inserir a PCC no currículo de formação de professores, ficando a cargo de cada Instituição decidir como as práticas seriam distribuídas ao longo das licenciaturas, cada uma se adaptando à sua maneira. Algumas optaram pela criação de disciplinas voltadas integralmente para a PCC, enquanto outras distribuíram a carga de 400h ao longo de disciplinas da área específica já existentes.

O curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFG, a partir da reformulação do seu Projeto Político de Curso (PPC) em 2015, optou por esse segundo sistema, cabendo ao professor estipular como as práticas seriam desenvolvidas. As 400h obrigatórias foram distribuídas nas disciplinas de conteúdo pedagógico e de conhecimento biológico oferecidas pelo Instituto de Ciências Biológicas. Em cada disciplina, uma porcentagem (cerca de 18%) da carga horária é destinada à realização das PCC.

Ao elaborar o novo PPC do Curso o NDE (Núcleo Docente Estruturante) considerou que esse modelo, com a inserção da atividade nas disciplinas de conteúdo biológico específico, seria mais propício para que relações teoria/prática fossem desenvolvidas. Uma das disciplinas do curso que possuem PCC é a disciplina de Biofísica. Essa disciplina está organizada no 3.^o período (semestre) do curso e tem uma carga horária de 64h, das quais 12h estão relacionadas ao desenvolvimento de atividades de PCC (UFG, 2015). Foi no contexto dessa disciplina, ministrada durante o primeiro semestre de 2018, que o trabalho aqui apresentado se desenvolveu. Nesse momento, foi solicitado que grupos de alunos pensassem o ensino (para educação básica) de algum dos conteúdos de biofísica trabalhados durante o semestre. Assim, em função da pertinência do conceito que gostaríamos de ensinar (radiação ionizante) e sua relevância social local (acidente com Césio-137), consideramos que criar um jogo pedagógico seria uma boa alternativa para o ensino do conteúdo proposto.

Fundamentação teórica: jogos pedagógicos e história e filosofia da ciência

De acordo com a discussão feita por Soares (2008, p.5), pode-se inferir que os jogos são atividades lúdicas que implicam no divertimento e na liberdade, seguindo um sistema de regras claras e explícitas e tomam forma em um espaço determinado ou em um brinquedo. Ainda nessa perspectiva, “o jogo e tudo o mais envolvido com o ludismo representa um acesso a mais no desenvolvimento cognitivo ao abastecer, enriquecer e diversificar as possibilidades experimentais e táteis do sujeito”. Além disso, atividades lúdicas são importantes ferramentas que auxiliam na construção do conhecimento aluno, propiciando momentos em que é possível trabalhar em equipe, comunicar-se com colegas e professores, liderar, exercitar a paciência e equilibrar cooperação e competição (CARBO *et al.*, 2019).

Quando se fala em um jogo educativo, deve-se aliar a descontração e o divertimento propiciado pelo jogo ao desenvolvimento de habilidades cognitivas e ao aprendizado pretendido pela dimensão pedagógica. Sendo assim, o jogo educativo apresenta duas funções:

- a) Função lúdica: o jogo propicia o prazer e a diversão e até mesmo o desprazer quando escolhido voluntariamente.
- b) Função educativa: ou seja, o jogo ensina qualquer coisa que complete o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e sua apreensão de mundo. (KISHIMOTO, 1996 *apud* SOARES, 2009, p.7)

O equilíbrio entre essas duas funções é o que objetiva os jogos educativos, que podem proporcionar aos alunos uma atividade educativa de forma divertida e lúdica. Ainda segundo Kishimoto, (1996, *apud* SOARES 2008, p. 8), a utilização de jogos na escola se justifica porque se consegue criar um ambiente favorável ao aprendizado por estimular a exploração e a resolução de problemas, além de retirar a pressão habitual das avaliações e o medo do constrangimento de errar. Além disso, “o jogo, pela sua associação com a ludicidade, permite uma relação franca entre os alunos e possibilita maior espaço de liberdade de expressão entre professor e aluno” (COSTA; GUERATO, 2012, p. 2).

Dessa forma, consideramos que o jogo constitui uma estratégia que pode ajudar a superar a estrutura tradicional da sala de aula e captar o interesse e atenção dos alunos, tornando a aprendizagem um processo mais dinâmico e a apropriação do conceito de modo mais efetivo.

Atrelada a essa discussão, entendemos que a História da ciência pode dar uma fundamentação mais consistente ao jogo proposto. Conforme Prestes e Caldeira (2009), a História da ciência se constitui como um campo de pesquisa que explora as componentes históricas, filosóficas, sociais e culturais da ciência, dando ênfase às potencialidades de sua utilização nas aulas de ciências do ensino básico e superior. Na literatura, existem muitos argumentos favoráveis à inclusão de uma abordagem histórica nos programas curriculares de ciências. Matthews (1994) sintetiza alguns argumentos:

- A História promove melhor compreensão dos conceitos científicos e métodos; Abordagens históricas conectam o desenvolvimento do

pensamento individual com o desenvolvimento das idéias científicas; A História da Ciência é intrinsecamente valiosa. Episódios importantes da História da Ciência e Cultura – a revolução científica, o darwinismo, a descoberta da penicilina etc. – deveriam ser familiares a todo estudante; A História é necessária para entender a natureza da ciência; A História neutraliza o cientificismo e dogmatismo que são encontrados freqüentemente nos manuais de ensino de ciências e nas aulas; A História, pelo exame da vida e da época de pesquisadores individuais, humaniza a matéria científica, tornando-a menos abstrata e mais interessante aos alunos; A História favorece conexões a serem feitas dentro de tópicos e disciplinas científicas, assim como com outras disciplinas acadêmicas; a história expõe a natureza integrativa e interdependente das aquisições humanas (MATTHEWS, 1994, p. 50)

Ainda para Matthews (1995), usar uma abordagem histórico-social no ensino de ciências pode contribuir para superar o mar de falta de significação que banha o ensino de ciências. Como exposto, essa abordagem pode melhorar a compreensão dos conceitos científicos e deixá-los mais interessantes. Entretanto, deve-se tomar cuidado para não reduzir a abordagem histórico-social a biografias repletas de datas e postas somente como curiosidade nos livros didáticos. É preciso problematizar o contexto histórico em que cada cientista viveu, as contribuições que fez e sua influência.

Desse modo, de acordo com Prestes e Caldeira (2009), é preciso levar para a sala de aula um ensino de ciências contextualizado, sem demarcações entre o ensino de conteúdos científicos e seu contexto de produção. Portanto, faz-se necessário, nos cursos de formação de professores, pensar constantemente como a natureza da ciência está apresentada no ensino básico e exercitar a criação de novas formas de ensinar, que se contraponham ao modelo de educação científica vigente.

Em decorrência do potencial da abordagem histórico-social e dos jogos didáticos como estratégia de ensino-aprendizagem de ciências, consideramos a relevância de elaborar o jogo *Césio-137: na trilha da radiação*. O jogo funciona no modelo de tabuleiro e como diferencial apresenta a história do acidente radiológico com Césio-137 que ocorreu em Goiânia-GO em 1987 como contexto, além de muitos elementos sobre a história da radiação. Abaixo vamos explorar com mais detalhes o desenvolvimento do jogo.

Desenvolvimento e regras do jogo pedagógico

O jogo *Césio-137: na trilha da radiação* é composto por um tabuleiro (56x41 cm), um livro de regras, uma carta ao mestre, uma lista de perguntas e respostas, 62 cartas de (6x6 cm), 1 dado, 5 peões e 4 indicadores em formato esférico. O tabuleiro do jogo é dividido em 4 cenários, como pode ser visualizado na Figura 1. Em todos eles, uma trilha de casas amarelas indica o caminho a ser percorrido pelos jogadores, sendo que o cenário inicial, de número 1 é marcado pela largada e o cenário final, de número 4, pela chegada, sinalizando o fim do jogo. No cenário inicial, bem como no terceiro, a trilha de

casas amarelas conta com um diferencial, sinalizado pelo triângulo de cor vermelha, que indica o “Caminho do perigo”. Nele, há duas possibilidades: o caminho difícil (ilustrado por casas laranjas) e o caminho fácil (composto pelas casas amarelas). A transição de um cenário para outro é marcada por uma placa amarela de advertência que contém a imagem de uma caveira.

As ilustrações observadas em cada cenário do tabuleiro foram inspiradas no acidente com o Césio-137, ocorrido em Goiânia. Considerado como um dos maiores acidentes radiológicos da história, classificado como um acidente de grau 5 (OKUNO, 2013), seu início se deu no dia 13 de setembro de 1987, quando dois catadores de papel encontraram uma máquina de teleterapia usada em tratamentos radioterápicos. Essa máquina foi deixada no antigo Instituto Goiano de Radioterapia (IGR), abandonado anos antes, e que na época já estava em ruínas. Devido à falta de informação, os dois catadores viram no equipamento apenas a oportunidade de ganhar dinheiro pela venda da peça, sem imaginar o grau de periculosidade proporcionado pelas 19 gramas de cloreto de césio contidas internamente.

No processo de desmonte do equipamento radiológico, o conteúdo da cápsula foi exposto ao ar pelos próprios catadores, que, encantados com o brilho do Césio, resolveram mostrá-lo para familiares e amigos. Como consequência da exposição à radiação, milhares de pessoas passaram por exames dosimétricos no Estádio Olímpico da cidade e outras quatro vieram a óbito no ano de 1987 (VIEIRA, 2010). Nos anos subsequentes e ainda hoje, segundo a Associação de Vítimas do Césio-137, diversas vítimas sofreram e sofrem sequelas resultantes do acidente, como membros amputados e problemas de saúde (OKUNO, 2013). No fim de setembro de 1987, iniciou-se a descontaminação da região, realizada pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Segundo Okuno (2013), 3500m² de rejeitos radioativos provenientes da demolição de casas, construções e solo contaminado foram recolhidos no ano do acidente. Os rejeitos foram armazenados a 23 km da capital do estado, na cidade de Abadia de Goiás, onde estão até hoje em um depósito construído especialmente para abrigar os rejeitos do acidente e previsto para durar 300 anos.

Figura 1: Esquema do tabuleiro do Jogo: *Césio-137: na trilha da radiação*



Fonte: Elaboração dos autores

Nota-se que a história do acidente radiológico de Goiânia apresenta potencialidades para o ensino do conteúdo radiações ionizantes, pois, o episódio retrata não só um mero acidente, mas também: a) os efeitos biológicos das radiações ionizantes no corpo humano; b) a importância de se pensar no descarte do lixo radioativo; c) as implicações que a radiação ionizante têm na vida das pessoas; d) as consequências sócio-históricas de um acidente radiológico. É possível afirmar que esse fato/acidente marcou a memória do povo goiano e brasileiro. Portanto, considerando que é um episódio histórico que permanece vivo no imaginário social, a ocorrência do acidente com o Césio-137 nos dá elementos para, partindo da vivência e do senso comum (concreto), tratar do assunto pela perspectiva da ciência (abstrato).

Segundo Okuno (2013, p.185), “radiação é a energia que se propaga a partir de uma fonte emissora através de qualquer meio, sendo classificada como energia em trânsito”. Já segundo o autor, radiação ionizante é aquela capaz de arrancar um elétron de um átomo, como a exemplo dos raios-X, raios gama e partículas alfa e beta. É sobre a natureza dessa radiação, suas características, aplicações, efeitos biológicos no corpo humano, além do descarte de resíduos gerados pelo seu uso que a atividade proposta no contexto das PCC deveria tratar. Portanto, as potencialidades do acidente radiológico de Goiânia e da história da radiação coincidiram com os objetivos da atividade, resultando no jogo supracitado.

Na primeira fase da construção do jogo, foi realizado o levantamento bibliográfico sobre os temas norteadores do trabalho: a radiação ionizante, o acidente radiológico de

Goiânia, os jogos didáticos e a história da radiação. Soares (2015), Prestes e Caldeira (2009), Okuno (2013) e Vieira (2010) nos forneceram elementos para pensar, de forma orgânica e interdisciplinar, em um jogo que cumprisse, tanto as funções lúdicas e educativas, quanto proporcionasse aos alunos um ensino mais contextualizado (historicamente e localmente). Após pensar e estabelecer a dinâmica do jogo, regras e jogabilidade, criamos as perguntas do jogo e, por último o *design* do tabuleiro e das cartas.

A proposta de ambientar o jogo no contexto do acidente com o Césio-137 já se relaciona com a história da ciência, mas é nas perguntas que pretendemos explorar esse potencial. Buscamos, a todo momento, relacionar as questões a algum aspecto valorizado pela abordagem histórica e instigar o aluno a refletir sobre os temas abordados. A intencionalidade não é apenas colocar os alunos em situações adversas, levando-os a trabalharem os conceitos estudados enquanto tentam solucionar os problemas propostos, mas também inseri-los nos enredos, oportunizando condições para o desenvolvimento de uma consciência histórica e temporal, atuando ativamente nesses processos.

Para o desenvolvimento do jogo que propomos, é necessário um mestre, que pode ser um aluno ou professor. O mestre é encarregado de ler as regras, verificar se as respostas estão corretas e tirar possíveis dúvidas. Para ficar ciente disso, é destinado a ele uma carta contendo um texto específico, no qual todas suas funções estão especificadas.

Antes do início do jogo, o mestre lê as regras e coloca no tabuleiro os indicativos de perguntas especiais (as cartas menores com formato das casas do tabuleiro). Esses indicativos serão colocados em 4 lugares ao longo do tabuleiro, estabelecidos a critério do mestre. Além disso, as cartas que indicam o número da pergunta que o jogador deve responder são divididas para os quatro cenários (Figura 2). Cabe ao mestre posicionar essas cartas ao lado do seu respectivo cenário.

O jogo começa como qualquer jogo de tabuleiro: os jogadores posicionam os seus “peões” na largada e jogam o dado para ver quem vai começar a jogar. Quem tirar o maior número, começa. Antes, porém, o mestre deve ler o texto que corresponde e ambienta aquele cenário, que estará presente na carta ao mestre. Esses textos devem ser lidos no começo de cada cenário e são cruciais para que o aluno seja imerso no contexto do acidente radiológico com o Césio-137.

Figura 2: Modelo das cartas usadas no jogo



Fonte: elaboração dos autores

As casas não indicam ações. Assim, ao parar em uma casa, o jogador deve tirar uma carta do monte. As cartas indicam o número da pergunta que o jogador deve responder e a quantidade de casas que ele deve avançar ou voltar caso acerte, ou erre a pergunta. Ao pegar a carta, o jogador vai dizer ao mestre o número da pergunta, ao passo que ele deve fazer a pergunta indicada para o jogador. Caso o jogador acerte, ele avança o número de casas indicadas e, caso erre, ele volta. O jogo tem dois momentos diferentes: o caminho do perigo e as perguntas especiais. Esses caminhos estão relacionados a uma bifurcação na qual o jogo se divide, considerando que um caminho é mais fácil e outro mais difícil (caminho do perigo). No “caminho do perigo”, quando um jogador cair na casa triangular, de onde parte a bifurcação, ele deve pegar uma carta do monte e responder uma pergunta. Nesse caso, ele pode pedir ajuda aos outros jogadores, uma vez que, se ele errar a pergunta, todos os jogadores que estiverem atrás dele deverão passar pelo caminho do perigo, mas se ele acertar todos passam pelo caminho normal. O diferencial do caminho do perigo é que todas as perguntas valem +1 se a pergunta for respondida corretamente e -2 se respondida de forma incorreta.

Além disso, existe no jogo as “Perguntas especiais”, essas são inseridas por meio de pequenos cartões indicativos. Serão 4 indicativos que o mestre da mesa irá colocar onde achar melhor (já no início do jogo). Quando o jogador cair em uma casa com um desses indicativos, ele vai pegar uma carta correspondente ao número da pergunta que ele deve responder, com o diferencial de que essa pergunta vale +3. Como em qualquer jogo de tabuleiro, vence o jogo o jogador que chegar primeiro na chegada, porém, é preciso que o professor indique que não necessariamente quem vence sabe “mais” ou

“menos” que o colega, pois, além dos conhecimentos relacionados ao conceito, o jogo tem o elemento “sorte” determinado pelo número obtido no dado a cada jogada.

Finalmente, em relação aos conceitos trabalhados, temos como nuclear a radiação ionizante, mas além dela, conceitos associados, incluindo: átomos, elétrons, prótons, energia, ondas eletromagnéticas, matéria. Por conseguinte, os conceitos nuclear e associados propiciam a construção de uma rede conceitual, garantindo um entendimento mais íntegro, reflexivo e contextualizado acerca do conteúdo discutido.

É importante destacar que o jogo ainda não foi utilizado na escola e o teste aconteceu apenas com alunos de um curso de graduação na universidade (Figura 3). Mesmo assim, consideramos que ele pode ser utilizado para apresentação do conceito radiação ionizante de forma contextualizada, histórica e localmente, à luz do acidente radiológico de Goiânia, com Césio-137 e para realizar uma revisão e/ou avaliação sobre o conteúdo proposto.

Figura 3: Execução do jogo com alunos de um curso de graduação



Fonte: Elaboração dos autores

Considerações finais

Diante do relato apresentado, consideramos que o jogo *Césio-137: Na trilha da radiação* é uma proposta alternativa ao ensino do conteúdo radiações ionizantes. Essa proposta nasceu em decorrência de uma atividade da Prática como Componente Curricular (PCC), desenvolvida na disciplina de Biofísica do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (Regional Goiânia) da Universidade Federal de Goiás. Sobre as PCC, acreditamos que a inserção dessas atividades em disciplinas como Biofísica pode estreitar a dinâmica teoria-prática, favorecendo que o conteúdo (o que ensinar) seja pensado na sua relação com a forma (como ensinar).

Tendo como referencial os jogos pedagógicos e a História da ciência, o material elaborado, ao propor a apresentação de novas possibilidades metodológicas, intentou superar um ensino de ciências descontextualizado, acrítico, com pouco espaço para a criatividade, no qual os alunos são meros sujeitos passivos que não dialogam nem refletem sobre os conceitos apresentados.

A presença nas aulas de Biofísica possibilitaram uma compreensão dos conhecimentos científicos. Já a pesquisa sobre os elementos da História da ciência possibilitou a contextualização histórica do evento (acidente com o Césio-137), bem como a compreensão da ciência enquanto construção humana socialmente referenciada. O episódio histórico foi o ponto de partida para colocar os estudantes no movimento de pensar o conteúdo de forma integrada, considerando não só as características, funções e aplicações da radiação, mas o contexto de criação desse conhecimento e seus aspectos sociais, proporcionando, assim, uma reflexão crítica em torno da questão e o desenvolvimento de perspectivas não lineares sobre a natureza da ciência.

Já em relação aos jogos educativos, estes propiciam aos estudantes funções lúdicas e educativas, tornando a aprendizagem mais prazerosa e dinâmica, superando o ensino tradicional. Sabemos que a questão do ensino não está relacionada diretamente a mudanças ou inovações metodológicas, mas elas, sem dúvida, podem auxiliar no processo de construção de conhecimentos científicos elaborados.

Acreditamos que o jogo *Césio-137: Na trilha da radiação*, por conter os elementos citados, apresenta potencialidades para contribuir com o ensino do conteúdo de radiações ionizantes mais integrado e significativo. Isso condiz com o papel da educação de promover aos discentes um espaço de apropriação do conhecimento científico produzido e acumulado historicamente pela humanidade, tendo em vista o desenvolvimento do conhecimento do aluno. Outrossim, a reflexão feita traz elementos interessantes para problematizar a Prática como Componente Curricular e suas formas de desenvolvimento em sala de aula.

Referências

BRASIL, Ministério da Educação. **Parecer CNE-CP nº 09**. Brasília, 08 mai, 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>. Acesso 14 de mar. 2019.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parecer CNE-CP nº 28**. Brasília 02 out. 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/028.pdf>. Acesso em 14 mar. 2019.

BRASIL, Congresso. Senado. **Resolução CNE-CP nº 1, 2002**. Disponível em: http://www.cmconsultoria.com.br/legislacao/resolucoes/2002/res_2002_0001_CP_retificacao_ao_formacao_professores.pdf. Acesso em: 14 mar. 2019

BRASIL, Congresso. Senado. **Resolução CNE-CP nº 2, de 2002**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CP022002.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019

CARBO, L.; *et al.* Atividades práticas e jogos didáticos nos conteúdos de química como ferramenta auxiliar no ensino de ciências. **REnCiMa**, v. 10, n.5, p. 53-69, 2019. Disponível em: <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1819/1165>. Acesso em: 28 jan. 2020.

COSTA, L. C. da; GUERATO, E. Jogos pedagógicos & oficinas: uma parceria nas aulas de matemática. **REnCiMa**, p. 304-313, 2012. Disponível em: <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/395/333>. Acesso em: 28 jan. 2020.

KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e a formação do cidadão. **Revista Em Aberto**, v. 40, p. 55-60, 1988. Disponível em: <http://www.emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/1723/1694>. Acesso em: 14 mar. 2019.

MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555>. Acesso em: 14 mar. 2019.

MATTHEWS, M. **Science teaching: the role of history and philosophy of science**. New York: Routledge, 1994.

OKUNO, E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: acidente radiológico de Goiânia. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 185-200, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v27n77/v27n77a14.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

OLIVEIRA NETO, J. F. **Configurações da prática como componente curricular nos cursos de licenciatura em ciências biológicas de universidades públicas de Goiás: sentidos e implicações**. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

PRESTES, M. E.; CALDEIRA, A. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v4, p. 1-16, 2009. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-0-Maria-Elice-Prestes-Ana-Maria-Caldeira.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

SILVA, R. C. S. da & Pereira, E. C. **Currículos de ciências: uma abordagem histórico-cultural**. **Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campinas, SP, Brasil, 2011. Disponível em: <http://www.nutes.ufjf.br/abrapec/viii/abrapec/resumos/R0836-1.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019;

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química: Teoria, métodos e aplicações**. **Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química**, Curitiba, PR, Brasil, 14, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0309-1.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019

UFG, Projeto Político do Curso de licenciatura em ciências biológicas da Universidade Federal de Goiás (Regional Goiânia), (2015). Disponível em: em: https://icb.ufg.br/up/99/o/PPC_UAB_2018_%28Revis%C3%A3o_Final%29_29_03_2018.pdf?1528293666. Acesso em: 14 mar. 2019.

VIEIRA, S. de A. Césio-137, um drama recontado. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 217-236, 2013 Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v27n77/v27n77a17.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.