

A RADIOATIVIDADE EM UMA ABORDAGEM CTS ATRAVÉS DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA LÚDICA

Radioactivity in STS approach through a playful didactic sequence

Marcos Vinícius Palmeira-Mello¹
Eluzir Pedrazzi Chacon²

RESUMO: Este trabalho apresenta uma Sequência Didática e um recurso lúdico desenvolvidos para o estudo da Radioatividade em turmas de um Pré-Vestibular Social, no Rio de Janeiro. O conteúdo foi ministrado e o jogo “Baralho Radioativo”, criado como ferramenta facilitadora da aprendizagem, foi aplicado para fixação do conteúdo. Na culminância da Sequência Didática foi proposto um debate intitulado “Radioatividade: mocinha ou vilã?”, buscando-se uma análise crítica sobre a utilização da radioatividade e as consequências de seu mau uso. Procurou-se refletir a prática docente com intuito de transformar o professor em um profissional mais reflexivo e crítico, capaz de elaborar estratégias adequadas às situações vivenciadas e interessado em melhorar seus métodos constantemente. A Sequência Didática mostrou-se adequada, pois permitiu seções de *feedback* e o crescimento intelectual do grupo envolvido.

Palavras-Chave: Baralho. Sequência didática. Radioatividade. Abordagem CTS.

Abstract: This work presents a Didactic Sequence and a playful resource developed for the study of Radioactivity in charitable educational support classes for students who intend to take a college exam entrance, in Rio de Janeiro. The content was taught and the game “Radioactive Deck”, created as a facilitating learning tool, applied for the fixation of the content. At the culmination of the didactic sequence, a debate was proposed entitled “Radioactivity: good or bad?”, aiming a critical analysis on the use of the radioactivity and the consequences of its bad use. During of development and application of the methodology, the teaching practice was thought with the intention of transforming the teacher into a more reflexive and critical professional, able to elaborate strategies appropriate to the situations experienced, and interested in improving their methods constantly. The Didactic Sequence was adequate, since it allowed sections of *feedback* and the intellectual growth of the group involved.

Keywords: Deck. Didactic sequence. Radioactivity. STS approach.

Introdução

Uma das premissas do Ensino de Química é facilitar ao discente compreender o mundo que o cerca, tornando-o um sujeito ativo e capaz de tomar decisões, as quais podem afetar a sua própria vida ou a sociedade na qual está inserido

¹ Licenciado e Mestre em Química - Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, Brasil – mvpmmello@id.uff.br

² Doutora em Química Orgânica, Professora do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza - Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, Brasil – eluzir_pedrazzi@id.uff.br

(BRASIL, 2002). Entretanto, isto não é uma tarefa fácil, pois é necessário que o educando desenvolva um olhar crítico sobre as informações e conceitos que são apresentados pelo professor, refletindo-os e questionando-os, para que desta maneira possa, gradualmente, interferir, criticar e contribuir para as mudanças no mundo que lhes são impostas. Mas, como promover essa capacidade? O professor está preparado para mediar este processo? Acredita-se que somente partindo de uma nova estruturação de ideias e práticas docentes seja possível sair de um ensino centrado no professor, que detém todo saber, em que o educando é visto como um ser que passivamente escuta e não interfere na sua própria aquisição de conhecimento.

Para Moreira (2011a, 2011b), o processo de ensino-aprendizagem deve ser construído de forma significativa, levando-se em consideração as experiências vividas pelos educandos e buscando sempre a problematização e suas respectivas soluções. Em um ensino centrado no educando, o professor passa a ser um mediador para aquisição de conhecimento, e as informações presentes na estrutura cognitiva discente agem como pontes cognitivas entre as novas informações e aquelas já incorporadas em suas mentes, ajudando, deste modo, na construção e organização de novos conceitos (MOREIRA, 2011a). Esse modelo, baseado nas interações socioculturais, também é defendido por Vygotsky (1988, 1996), que resgata a importância da escola e do papel do professor como agente indispensável ao processo de ensino-aprendizagem, que contribui para a troca de conhecimentos entre os indivíduos, atuando na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do educando (NEVES; DAMIANI, 2006; REGO, 2008).

Porém, nem sempre estímulos e intervenções vindas do educador são suficientes para incrementar a construção do conhecimento em sala de aula, e deste modo, a qualidade da metodologia aplicada, assim como a postura docente, são preocupações nos dias atuais. Percebe-se que, muitas vezes, a atuação dos docentes é puramente mecânica, sem reflexão sobre aquilo que está sendo proposto. Deste modo, a prática docente deve ser constantemente revista, de forma reflexiva e crítica. Schön enfatiza a necessidade do professor refletir sobre a sua prática antes, durante e depois dela (CRUZ, 2003). A epistemologia da prática deve ser defendida, pois o imprevisto, a incerteza e as situações de conflito estão presentes em sala de aula e neste processo, a racionalidade técnica deve ser questionada. A reflexão deve ser constante em sala de aula, pois ao ser questionado, o indivíduo se posiciona através de uma estrutura de análise, produção e criação a respeito da sua ação (ALARCÃO, 1996; DINIZ-PEREIRA, 2010).

Schön ao criticar o modelo da racionalidade técnica alega que:

Quando um profissional reflete sobre e sobre sua prática, os possíveis objetos de sua reflexão são tão variados como os tipos de fenômenos e os sistemas de saber da prática que ele conhece. Pode refletir sobre os padrões e as avaliações em um julgamento tácito subjacente, ou sobre as estratégias e teorias implícitas em um padrão de conduta. Pode pensar sobre os sentimentos em relação a uma situação que o levou a adotar um determinado curso de ação, sobre a maneira com que ele enquadra o problema que está tentando resolver, ou sobre o papel que construiu para si próprio dentro de um contexto institucional mais amplo. A reflexão da ação, nestas diversas formas, é central para a arte através da qual, por vezes, os profissionais se adequam a situação desconfortáveis na prática (SCHÖN, 1998, p. 67).

Desta forma, deve-se como professor procurar a todo instante rever a maneira de ensinar, buscando em suas aulas desenvolver uma visão de mundo mais articulada, de tal forma que o educando perceba que está inserido numa sociedade em constante transformação. Ele deve perceber que suas ações estão diretamente ligadas à sociedade, valorizando as informações e conceitos que lhe são apresentados. Nesse âmbito, uma abordagem que envolva ciência, tecnologia e sociedade (CTS) pode permitir aos educandos, segundo Santos e Mortimer (2002), desenvolver a capacidade de transpor a vivência adquirida dentro da sala de aula para fora dela. Isso faz com que os currículos de CTS sejam articulados ao redor de temas científicos ou tecnológicos com potencial problema de cunho social. O enfoque CTS é trabalhado de forma interdisciplinar, e pode contribuir para uma formação mais sólida a respeito dos problemas sociais associados ao desenvolvimento científico e tecnológico, e desta maneira conduzir um processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e interessante (PALACIOS et al., 2003; BAZZO; SILVEIRA; PINHEIRO, 2007).

Dentro do currículo de Química, a radioatividade é um conteúdo de grande relevância para a formação do educando e permite uma abordagem CTS extremamente interessante. Ao mesmo tempo em que se pode discutir a parte científica e tecnológica, desde o seu uso em tratamentos e diagnósticos clínicos a processos de geração de energia nuclear, pode-se também discutir os efeitos dessa radiação na sociedade e no ambiente. Além disso, permite trabalhar de forma interdisciplinar e com abordagens diversas, o que é benéfico para um professor em formação inicial. Para Carvalho e Gil-Pérez (1995) na formação inicial de professores de Ciências deve-se também atentar para nove necessidades formativas, dentre as quais destacamos três: “Saber preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva; saber dirigir o trabalho dos educandos e adquirir uma formação necessária para associar ensino e pesquisa didática” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1995). As necessidades destacadas foram perseguidas ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Mas, como trabalhar a radioatividade de maneira interessante, associada a outros saberes? Uma forma de aproximar o aluno da Química e, ao mesmo tempo, proporcionar um ensino mais dinâmico e atrativo é através do lúdico. As atividades lúdicas podem ser utilizadas como tarefas facilitadoras do processo de aprendizagem e são de extrema relevância para a estrutura cognitiva do discente, seja ele criança, jovem ou adulto. O lúdico é um recurso útil e importante para estimular o aluno a aprender, e requer do professor dinamismo, preparo e criatividade.

Dentre as atividades lúdicas, encontram-se os jogos, que segundo Teixeira (1995, p.49):

[...] é um fator didático altamente importante; mais do que um passatempo, ele é elemento indispensável para o processo de ensino-aprendizagem. Educação pelo jogo deve, portanto, ser a preocupação básica de todos os professores que têm intenção de motivar seus educandos ao aprendizado.

Os jogos podem fazer parte de uma Sequência Didática (SD), que segundo Zabala (1998, p.18), “é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e

articuladas para realização de determinadas finalidades educacionais que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor quanto pelos alunos”.

Para Giordan, Guimarães e Massi (2011) uma SD pode ser entendida como um instrumento de elo e fortalecimento das relações entre a teoria aprendida nos cursos de formação e a prática educacional em sala de aula. Deve ser estruturada levando-se em conta cinco pontos essenciais: 1) Análise preliminar sobre o conceito a ser ensinado; 2) Análise *a priori* e concepção sobre quais hipóteses serão testadas; 3) Aplicação da SD; 4) Análise posterior com organização e análise dos dados e 5) Validação com posterior comparação com a análise *a priori* (GIORDAN; GUIMARÃES; MASSI, 2011).

Assim, este trabalho é um recorte de uma Monografia apresentada para conclusão de curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Fluminense e tem como objetivo apresentar o jogo “Baralho Radioativo” e mostrar uma SD elaborada com base em uma abordagem com enfoque CTS, aplicada a alunos de um Pré-vestibular Social, de modo a não só motivar a aprendizagem do conteúdo Radioatividade, como também a criar uma consciência crítica e reflexiva sobre este relevante assunto da Química.

Metodologia

Este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa, preocupando-se com a compreensão de um grupo social, nesse caso os educandos. É direcionada ao longo de seu desenvolvimento e possui como objetivo a produção de informações aprofundadas e ilustrativas, em que não há a quantificação de valores ou eventos, pois os dados não são métricos e podem apresentar opiniões não convergentes (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009; NEVES, 1996). Parte de uma perspectiva diferente daquela empregada nos métodos quantitativos, em que diversas conclusões podem ser expressas, no que se refere a reflexões construídas em conjunto, no processo de troca entre o educador e o educando.

A metodologia empregada envolveu os seguintes momentos:

- I. Análise preliminar sobre o conteúdo a ser ensinado, com posterior elaboração e aplicação de uma diagnose, que constou de 6 questões. Na primeira parte, buscou-se conhecer os educandos e na segunda, suas concepções sobre o assunto. A diagnose foi aplicada em uma aula prévia e, a partir dos resultados observados, as aulas sobre o conteúdo foram formuladas levando em consideração o perfil dos alunos, assim como os conhecimentos sobre o assunto;
- II. Pesquisa bibliográfica sobre metodologias alternativas e recursos lúdicos para o ensino-aprendizagem de Radioatividade;
- III. Idealização e desenvolvimento do jogo de cartas denominado “Baralho Radioativo”, o qual teve como objetivo formar séries de decaimentos radioativos, fixando-se assim, o conteúdo ministrado;
- IV. Elaboração de uma SD, com o planejamento e a estrutura das aulas, levando em consideração os objetivos pretendidos e os recursos didáticos a serem utilizados. Assim, com o intuito de proporcionar uma visão mais crítica e reflexiva sobre o assunto a ser estudado, novas metodologias foram implementadas. Deste modo, o professor procurou assumir uma postura de ensinar e também

aprender, orientando o aluno, buscando sempre encará-lo como um indivíduo ativo em seu processo de aprendizagem. As atividades foram previamente planejadas, de acordo com a experiência do educador ou a tradição da escola, e dessa forma a prática educativa incorporou características diferenciadas, em que o foco deixou de ser o professor, e sim o aluno, de modo que o processo de ensino-aprendizagem se tornou mais concreto (MORELATI et al., 2014).

V. Aplicação do conteúdo seguindo a SD construída;

VI. A percepção sobre a evolução do processo de ensino-aprendizagem e avaliação da SD utilizada. O processo de validação da metodologia foi realizado através da percepção do professor a respeito da participação dos alunos nas aulas, assim como suas falas nas discussões estabelecidas durante todo o processo e as comparações feitas com a análise preliminar.

O trabalho foi realizado em turmas de um Pré-Vestibular Social localizado no estado do Rio de Janeiro. De modo a planejar a SD a ser desenvolvida foi elaborado um questionário diagnóstico com 6 questões abertas e fechadas: (1) Qual a sua idade? (2) Você já cursou o Ensino Médio? Em que tipo de escola, particular, estadual ou federal? Regular ou supletivo? (3) Você já ouvir falar em radioatividade? Em qual situação? (4) Você acha que a radioatividade está presente na sua vida? Como? (5) A radioatividade tem relação com a Química? (6) Em quais áreas que a radioatividade pode ser utilizada? O objetivo da diagnose aplicada foi conhecer tanto os educandos quanto suas concepções prévias sobre o conteúdo químico a ser trabalhado.

Planejamento da Sequência Didática

A Sequência Didática foi construída com um total de 5 aulas de 55 min/cada (Tabela 1), utilizando somente quadro negro e giz, tendo em vista que não havia nenhum recurso midiático disponível.

Tabela 1: Sequência Didática aplicada

Aula	Atividade	Características
1	Introdução ao conteúdo e debate preliminar	O tema foi introduzido através de uma pergunta (<i>Vocês já ouviram falar em radioatividade?</i>) e um pequeno debate conduzido. Dessa forma foi possível ter uma breve ideia das concepções dos alunos sobre o assunto. O conteúdo foi abordado a partir do estudo de estrutura atômica, mais precisamente após o estudo de isotopia.
2	Aula teórica	Conteúdo abordado: Tipos de radiação, descoberta da radioatividade, fissão e fusão nuclear, tempo de meia vida e séries de decaimento.
3	Aula teórica/Criação do mapa conceitual	Conteúdo abordado: Acidentes envolvendo radioatividade; Usos da radioatividade. Construção de um mapa conceitual, usado como ferramenta facilitadora na construção de conhecimento, auxiliando na fixação do conteúdo e possibilitando maior participação discente.

4	Aplicação do jogo	O jogo de cartas “Baralho Radioativo” teve como objetivo desenvolver habilidades relacionadas ao conteúdo, fazendo ancoragem com outros tópicos trabalhados anteriormente, permitindo também a socialização dos alunos.
5	Debate Final	O debate foi realizado com todos os alunos da turma ao mesmo tempo, divididos em dois grupos: um a favor e outro contra o uso da radioatividade. O objetivo dessa atividade foi despertar no aluno um olhar voltado à tríade CTS, onde o social não deve ser desvinculado da parte científico-tecnológica e fazer com que desenvolva um olhar crítico sobre o mundo ao seu redor.

Resultados e Discussão

A análise das respostas dadas ao questionário diagnóstico revelou que, de um total de 170 alunos com faixa etária entre 15 e 40 anos, 155 eram oriundos de escolas estaduais e apenas 74 já tinham finalizado o Ensino Médio, em sua maioria em curso regular. Quanto às concepções prévias sobre o assunto, observou-se que boa parte dos alunos já tinha ouvido falar em radioatividade (86%) e sabia que a radiação estava presente em seu cotidiano. A grande maioria (98%) conseguiu ver relação da radioatividade com a Química, manifestando a importância de rever os conceitos. O questionário diagnóstico foi bastante útil, pois permitiu verificar que os educandos tinham estudado o assunto, porém não de forma significativa, havendo ainda diversas dúvidas. A Figura 1 mostra as respostas da sexta questão, sendo possível observar que os alunos associaram a radioatividade principalmente a fins bélicos e ao tratamento de doenças, deixando em segundo plano outras áreas também relevantes de sua aplicação.

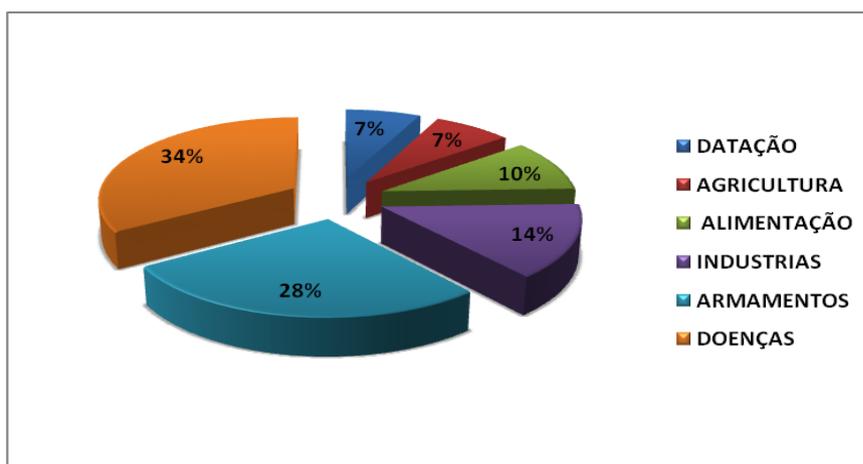


Figura 1: Gráfico mostrando a escolha dos educandos sobre as áreas relacionadas com a radioatividade (Fonte: Própria)

A partir dos resultados obtidos no questionário diagnóstico, buscou-se nortear a metodologia a ser trabalhada durante as aulas sobre o assunto.

O jogo “Baralho Radioativo”

O “Baralho Radioativo” é um jogo de cartas no mesmo estilo do “Buraco” onde o objetivo é formar séries de decaimentos radioativos, fazendo analogias às canastras do jogo original. Todas as cartas seguem o mesmo padrão, sendo de três diferentes tipos: elemento químico, partículas alfa (α) ou beta (β), e radiação gama (γ). Todas as cartas foram feitas com papel branco (8 cm x 6 cm), impressas na cor preta e revestida com contact (Figura 2).

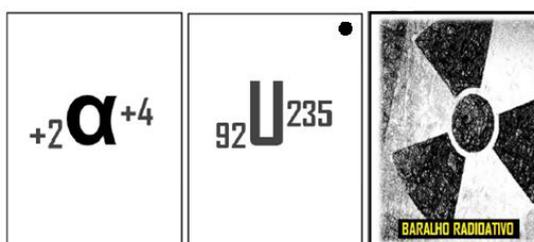


Figura 2: Exemplo de cartas usadas no jogo “Baralho Radioativo” (Fonte: Própria)

O jogo atuou como ferramenta lúdica, desenvolvendo habilidades relacionadas com o assunto estudado, fazendo âncora com os conteúdos teoricamente vistos anteriormente pelos alunos. O jogo foi estruturado com 150 cartas (38 cartas de partícula alfa, 30 cartas de partícula beta, 17 cartas de radiação gama e 65 cartas de elementos químicos), englobando as 4 séries radioativas (tório, neptúnio, urânio e actínio). As cartas de radiação gama foram inseridas no jogo com intuito de, quando lançadas à pilha de descarte, fazer o próximo jogador perder a vez, ficando assim uma rodada sem jogar.

Regras do jogo

- ✓ *Participantes:* mínimo de 4 jogadores.
- ✓ *Componentes:* 150 cartas (38 alfa, 30 beta, 17 gama, 65 elementos radioativos).
- ✓ *Objetivo:* obter maior número de pontos a partir das séries de decaimento construídas.
- ✓ *Função das cartas:*

Cartas alfa (α): usadas para formar as séries de decaimento. Gera um elemento com número de massa quatro unidades menor e número atômico duas unidades menor.

Cartas beta (β): usadas para formar as séries de decaimento. Gera um elemento com número atômico aumentado em uma unidade. O número de massa permanece inalterado.

Cartas gama (γ): usadas para fazer o próximo jogador perder a vez. Ressaltando-se que não são usadas nas séries de decaimento.

Cartas de elementos químicos: representam os elementos pesados que constituem as 4 séries. Todas as cartas de elemento foram marcadas com um pequeno círculo colorido na parte superior direita, de modo a facilitar o entendimento, identificando cada elemento em sua respectiva série de decaimento.

✓ *Como jogar:* um participante deve embaralhar todas as cartas e distribuir a “mão” inicial de 12 cartas para cada jogador. O jogador à esquerda deverá iniciar o jogo comprando uma carta da grande pilha, voltada para baixo. Em seguida, o jogador poderá construir reações de decaimento (ou parte delas, usando no mínimo 3 cartas, sendo duas de elementos). Ao final de sua rodada, o jogador deverá descartar uma carta voltada para cima, que irá compor a pilha de descarte. Caso uma carta gama seja descartada, o jogador à sua esquerda ficará uma rodada sem jogar. O próximo jogador, por sua vez, terá a opção de comprar uma carta desconhecida da grande pilha ou comprar toda a pilha de descarte. Este jogador também poderá, em qualquer momento após a compra, construir reações de decaimento. Ao final de sua rodada, deverá também descartar uma carta, passando sua vez ao próximo jogador. Recomenda-se a utilização da Tabela Periódica junto à aplicação do jogo.

✓ *Quando o jogo termina?* Quando o primeiro jogador não tiver cartas em mãos. Será vencedor aquele que possuir a maior quantidade de pontos.

- ✓ *Pontuação:*

10 pontos para cada carta de elemento na série de decaimento.

5 pontos para cada partícula alfa ou beta na série de decaimento.

50 pontos adicionais para cada série de decaimento completa.

Menos 10 pontos para cada carta restante em mãos.

Aplicação da Sequência Didática

A SD foi aplicada em cinco aulas com duração de 55 minutos cada, com a

participação efetiva dos alunos e do professor, que atuou como mediador da aprendizagem como proposto por Vygotsky (1988, 1996).

✓ **As aulas**

A primeira aula foi iniciada com a pergunta: “Vocês já ouviram falar em radioatividade?”. Grande parte dos educandos respondeu que “Está relacionado com bombas” e “Tem algo a ver com radioterapia”. Uma minoria fez referência a personagens em quadrinhos como Hulk e Homem-aranha. Um aluno respondeu: “É o que o Hulk usa para ficar forte”. A partir das falas dos alunos foi iniciada uma discussão a respeito do assunto com a participação de todos.

Os conceitos foram apresentados na sequência, de forma breve, levando em consideração o tempo escasso para abordagem dos mesmos. Pontos positivos e negativos relacionados à radioatividade foram listados no quadro negro, muitos deles pelos próprios educandos. Acidentes foram abordados com intuito de propor uma reflexão, buscando mostrar que a radioatividade não é maléfica, mas se usada de forma inadequada pode trazer consequências para a sociedade. Foi possível perceber a importância da aprendizagem da Química para a compreensão de fatos históricos ocorridos e dos benefícios que a radioatividade pode trazer para a sociedade, quando utilizada de modo correto e consciente. Durante as aulas os conceitos fundamentais foram trabalhados sempre buscando uma articulação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

✓ **Elaboração do Mapa Conceitual**

O mapa conceitual é uma estrutura esquemática que representa conjuntos de ideias e conceitos dispostos em uma espécie de rede de proposições (MOREIRA, 2011a). Indica relações entre os conceitos, com intuito de expor o conhecimento de forma mais clara e organizada, facilitando o processo de aprendizagem. Assim, mapas conceituais foram elaborados em conjunto com os alunos em sala de aula, buscando auxiliar na fixação do conteúdo e permitindo maior dinamismo, sendo considerado um instrumento facilitador na organização das ideias e na construção do conhecimento científico. Os mapas elaborados permitiram ainda seções de *feedback*, proporcionando ao professor rever conceitos mal compreendidos. O professor conduziu sua elaboração com pequenas alterações entre as turmas. A Figura 3 apresenta um dos mapas construídos.

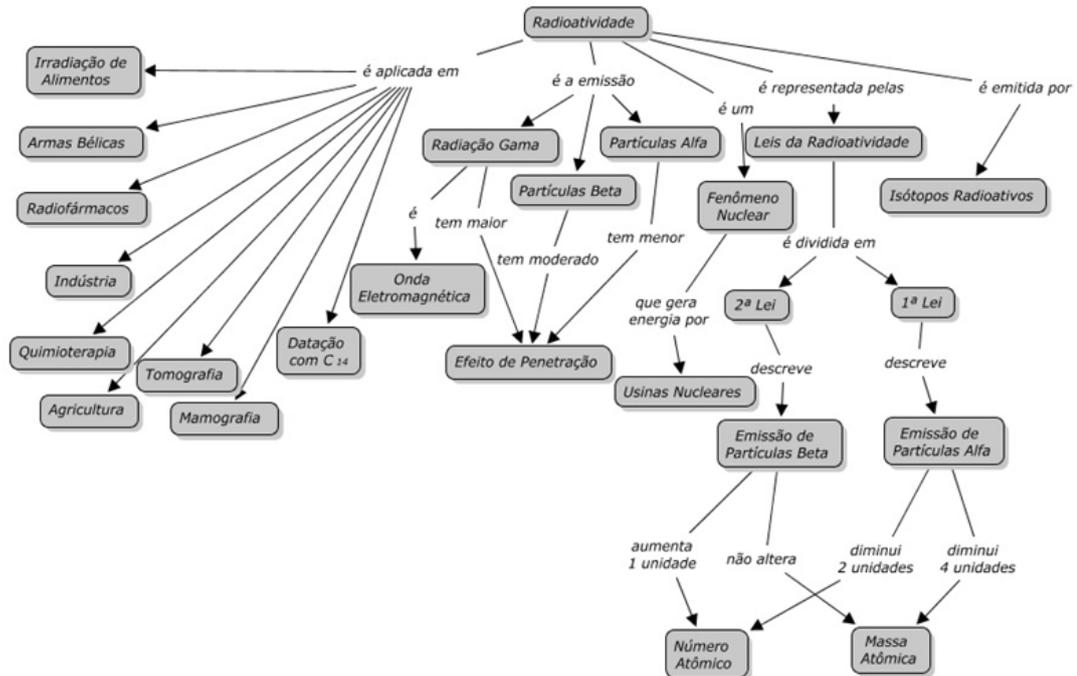


Figura 3: Exemplo de um mapa conceitual criado na aula (Fonte: Própria)

✓ **Aplicação do jogo**

O jogo foi aplicado em turmas de um Pré-Vestibular Social (Figura 4) e promoveu seções de *feedback*, que permitiram também a observação de conceitos mal compreendidos, com a devida intervenção do professor de modo a sanar as dúvidas, além de ampliar a motivação de aprender o conteúdo.

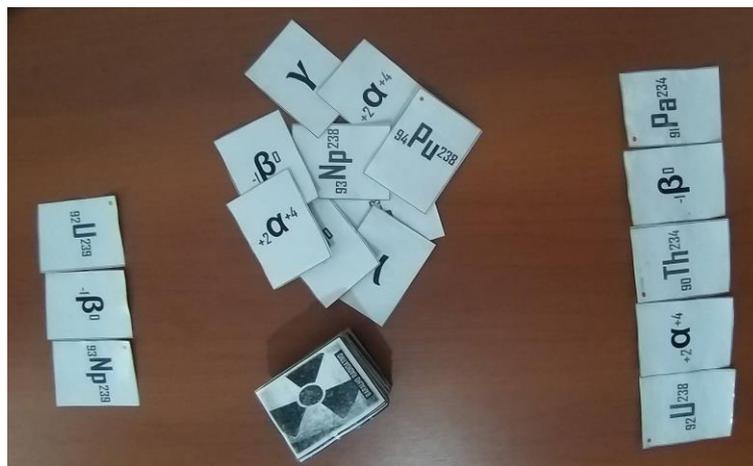


Figura 4: Aplicação do jogo “Baralho Radioativo” (Fonte: Própria)

Com a aplicação do jogo, o professor percebeu a necessidade de estar sempre se renovando através de reflexões de sua prática, de modo a superar as dificuldades que possam surgir dentro de sala de aula, como proposto por Schön (CRUZ, 2003). Foi constatada grande contribuição do lúdico para a busca de uma aprendizagem significativa. Observou-se que, por mais que o aluno tentasse memorizar as cartas usadas no jogo, conceitos sobre massa atômica e número atômico eram essenciais para completar as séries de decaimentos radioativos

(Figura 5). Após reflexões em conjunto, os alunos conseguiram compreender que somente o isótopo correto podia fazer parte de uma série específica, sendo a massa atômica e o número atômico pontos-chave nesse processo.

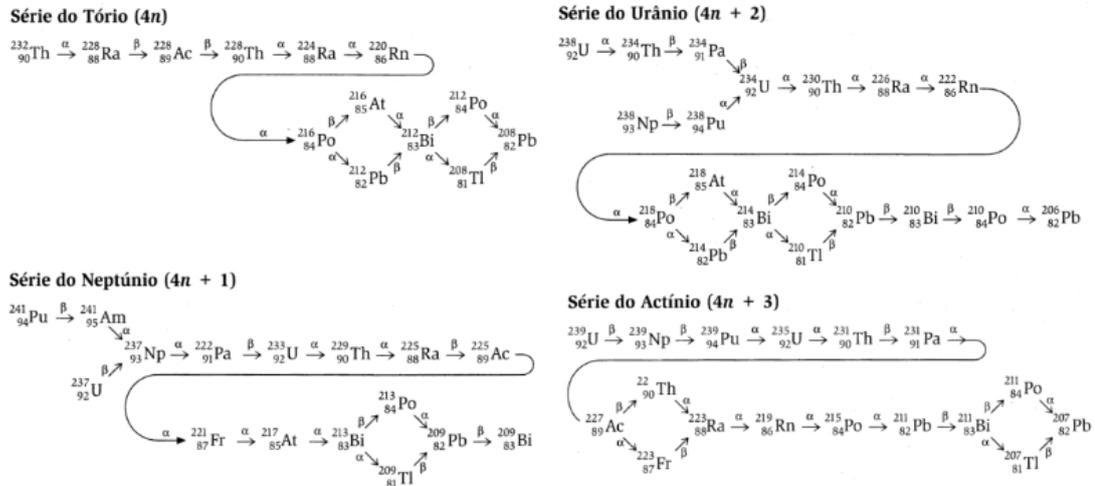


Figura 5: Séries de decaimentos radioativos (Fonte: LEE, 1999)

✓ O Debate

Com intuito de se avaliar os prós e contras da utilização da radioatividade, assim como as consequências de seu uso para a sociedade, um pequeno debate intitulado “Radioatividade: mocinha ou vilã?” foi realizado. Diversos questionamentos foram colocados em pauta, sempre de forma crítica tentando fazer relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o cotidiano dos educandos. Como pontos positivos do debate, podem-se apontar as opiniões sobre o tratamento de doenças e a utilização da radioatividade para geração de energia. Foram expostas também opiniões sobre alguns aspectos negativos do seu uso, tais como o bélico utilizado nos ataques às cidades de Hiroshima e Nagasaki, e também, o descuido dos órgãos competentes, como no acidente ocorrido em Goiânia com o céσιο-137.

Um ponto que mereceu destaque foi a fala de um aluno durante o debate:

O problema das pessoas é achar que todas as coisas relacionadas com tecnologia são boas. Isso não é verdade! (Aluno 1)

Ao ser indagado sobre o porquê dessa opinião, o aluno respondeu:

As pessoas comparam a tecnologia com algo divino, que sempre irá causar o bem de todos e que irá trazer felicidade. Sempre vejo avanços em armamentos em bombas e isso só causa a morte das pessoas. (Aluno 1)

As opiniões convergiram, para o fato de que, apesar de vários aspectos negativos, a radioatividade é importante para os seres humanos e necessária para a qualidade de vida da sociedade. O que deve ser pensado é como utilizá-la, pois tudo

pode ser usado para o bem ou para o mal, e a radioatividade não é uma exceção. O debate foi valioso, pois com outro olhar, foi constatada a relação da radioatividade com ciência, tecnologia e suas implicações sociais. Percebeu-se que a tríade CTS influencia diretamente no modo de vida das pessoas. A ciência e a tecnologia não são distintas do social, assim como o meio ambiente.

O processo de ensino-aprendizagem é dependente de três fatores: o indivíduo que aprende, o indivíduo que ensina e a relação construída entre eles. O debate se mostrou muito eficiente, pois além de uma interação entre os próprios alunos, algo que foi além da disciplina e do conteúdo radioatividade, diversos pontos envolvendo a sociedade foram expostos, buscando-se respeito às opiniões divergentes. Mesmo se tratando de um pré-vestibular, constatou-se que atividades como essa devem ser realizadas sempre que possível, pois ajudam a formar melhor o cidadão para que ele consiga distinguir quando a ciência está sendo benéfica ou prejudicial, seja em qualquer área do conhecimento. É necessária, então, uma formação crítica para uma possível participação em decisões relacionadas aos problemas trabalhados, ao invés de pura transmissão de conhecimento, algo que não agrega nenhuma informação significativa ao aluno.

A validação da SD foi realizada através da observação do aumento de interesse e participação nas atividades e discussões, provocando mudanças comportamentais nos alunos e na visão do professor sobre a sala de aula. O professor durante a atividade atuou como mediador do conhecimento, além de buscar interferir na zona de desenvolvimento proximal (ZDP) do aluno, contribuindo assim para sua aprendizagem, e isto ajudou em sua formação docente, pois foi observada a importância do uso de metodologias alternativas e de se refletir a todo instante sobre ações que contribuem para uma mobilização intelectual dos alunos.

Considerações Finais

A metodologia empregada para o ensino/aprendizagem da radioatividade foi bastante positiva, pois permitiu ao professor refletir sobre sua prática docente e promover mudanças no ritmo das aulas, conduzindo a uma assimilação dos principais conceitos pelos educandos de forma natural, através da abordagem com enfoque CTS. O simples fato de refletir sobre a prática no decorrer da ação docente levou a identificação de falhas no processo, e como consequência a possibilidade de construção de conceitos, proporcionando um maior entendimento e contribuindo para o processo de aprendizagem. Os processos de reflexão após a ação ocorrida levaram a uma análise e vários questionamentos, possibilitando ao professor uma postura mais investigativa na sala de aula. Ao assumir essa postura foram elaboradas estratégias de ações adequadas às situações referentes à sua prática, de forma a melhorá-la. As incertezas e imprevistos sempre presentes na sala de aula levam, segundo Schön, a um questionamento constante da epistemologia da prática, na qual o professor deve buscar sempre um posicionamento mais reflexivo e crítico, na intenção de rever a forma sob qual está atuando em sala de aula.

O mapa conceitual permitiu rever conceitos e detectar aqueles mal compreendidos, mostrando-se uma excelente ferramenta didática para organização do conhecimento. A utilização do jogo proporcionou um maior dinamismo nas aulas e maior interesse discente. Como ferramenta lúdica se mostrou muito eficiente e pode ser utilizado em qualquer turma, pois consegue criar âncoras entre conceitos estudados nos conteúdos de estrutura atômica e radioatividade. O debate final

proporcionou um momento único de discussão crítica sobre a utilização da radioatividade e as consequências de seu uso. Além disso, complementou a proposta do jogo. As atividades em conjunto conseguiram atingir um objetivo maior do que se fossem realizadas isoladamente. O jogo por si só não conseguiu avaliar a percepção dos alunos com relação à proposta elaborada, que só foi possível com a problematização, discussão e confronto de ideias.

Apesar da SD ter sido aplicada com sucesso, atividades desse tipo não são fáceis de serem executadas em um pré-vestibular devido ao grande número de alunos com diferentes níveis de conhecimento e o tempo exíguo para ministrá-la. No entanto, as ações realizadas em sala de aula, que eram diferentes das habituais, provocaram o aumento do interesse e da motivação em participar, contribuindo assim para aquisição de conhecimento. A SD aplicada trouxe para dentro da sala uma dinâmica diferente e possibilitou o entendimento da importância do conhecimento químico para se entender e diminuir preconceitos sobre temas polêmicos, como por exemplo, a produção de energia através da radioatividade, mostrando que cada indivíduo é responsável pelas transformações ocorridas na sociedade.

Os resultados alcançados com a aplicação da SD foram bastante promissores e mostraram que o professor deve agir como mediador, fazendo com que o educando tenha uma postura mais crítica em sala de aula e amplie a sua visão sobre conteúdos ensinados.

Agradecimentos

Aos educandos do Pré-Vestibular Social (PVS) - Consórcio CEDERJ.

Referências

- ALARCÃO, I. Reflexão crítica sobre o pensamento de D. Schön e os programas de formação de professores. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 22, n. 2, p. 11-42, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – SEMTEC. **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília, 2002.
- BAZZO, W. A.; SILVEIRA, R. M. C. F.; PINHEIRO, N. A. M. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**. 2 ed., São Paulo: Cortez, 1995.
- CRUZ, G. B. Pesquisa e Formação Docente: Apontamentos Teóricos. **Revista Eletrônica de Ciência da Educação**, v. 2, n. 1, p. 1-16, 2003.
- DINIZ-PEREIRA, J. A epistemologia da experiência na formação de professores: primeiras aproximações. **Revista Brasileira de Pesquisa em Formação Docente**, v. 2, n. 2, p. 83-93, 2010.
- LEE, J. D. **Química Inorgânica Não Tão Concisa**. 5 ed., São Paulo: Blucher, 1999.

GIORDAN, M; GUIMARÃES, Y.; MASSI, L. Uma Análise das Abordagens Investigativas de Trabalhos Sobre Sequências Didáticas: Tendências no Ensino de Ciências. In: VIII Encontro nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, **Anais**, 2011. Disponível em <www.ntes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0875-3.pdf>. Acesso em: março de 2020.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora da Física, 2011(a).

MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no educando e aprender a aprender criticamente. **REMPEC – Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 2-17, 2011(b).

MORELATI, M. R. M.; RABONIM, P. C. A.; TEIXEIRA, L. R. M.; ORTEGA, E. M. V.; FURKOTTER, M.; RABONI, E. A. R. S.; RAMOS, R. C. Sequências didáticas descritas por professores de matemática e de ciências naturais da rede pública: possíveis padrões e implicações na formação pedagógica de professores. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, p. 639-652, 2014.

NEVES, R. A.; DAMIANI, M. F. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **Unirevista**, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2006.

NEVES, J. L. Pesquisa Qualitativa – Características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**. v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996. Disponível em <http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/pesquisa_qualitativa_caracteristicas_usos_e_possibilidades.pdf>. Acesso em: março de 2020.

PALACIOS, E. M. G.; VON LINSINGEN, I.; GALBARTE, J. C. G.; CEREZO, J. A. L.; LUJAN, J. L.; PEREIRA, L. T. V.; GORDILLO, M. M.; OSORIO, C.; VALDES, C.; BAZZO, W. A. **Introdução aos estudos CTS**. **Cadernos de Ibero América**, 2003. Disponível em <http://www.oei.es/historico/salacts/Livro_CTS_OEI.pdf>. Acesso em: março de 2020.

REGO, T. C. **Vygotsky** – uma perspectiva histórico-cultural da educação, 19 ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2008.

SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.

SCHÖN, D. **El profesional reflexivo**: como piensan los profesionales cuando actúan. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1998.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A Pesquisa Científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA D. T. (orgs). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

TEIXEIRA, C. E. J. **A ludicidade na escola**. São Paulo: Loyola, 1995.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 2 ed., São Paulo: Martins Fontes, 1988.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

ZABALA, A. **Prática Educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.