

SIMULADORES LÚDICOS ENVOLVENDO DISTRIBUIÇÃO ELETRÔNICA: RELATO DE EXPERIÊNCIA

LUDIC SIMULATORS INVOLVING ELECTRONIC DISTRIBUTION: REPORT OF AN EXPERIENCE

SIMULADORES LÚDICOS DE DISTRIBUCIÓN ELECTRÓNICA: INFORME DE UNA EXPERIENCIA

Carlos Augusto Luz

carlosluzoficial@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4175-0767>
Universidade Estadual de Londrina

André Luis Trevisan

andreluistrevisan@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8732-1912>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Milene Graciele de Almeida

milene.almeida@uel.br
<https://orcid.org/0000-0003-0383-9314>
Universidade Estadual de Londrina

RESUMO

Na busca por novas estratégias de ensino na disciplina de Química, as atividades lúdicas mostram-se como uma alternativa que pode contribuir com a motivação do aluno em busca da conscientização da importância de se estudar esta disciplina, o que representa uma quebra de paradigma com o ensino tradicional. Para que o ensino do diagrama de distribuição eletrônica, foco de interesse deste artigo, seja acessível aos estudantes, podem ser utilizadas simulações. Assim, este texto relata uma experiência em sala de aula de Química, em que foram construídos dois simuladores manuais em MDF, os quais foram utilizados dentro do planejamento de ensino do colégio com o objetivo de proporcionar a aprendizagem a partir do lúdico, abordando conceitos específicos da distribuição eletrônica. Em especial, descrevemos o desenvolvimento de uma oficina, que ocorreu em cinco encontros, como proposta à exploração do conceito de distribuição eletrônica em turmas do 1º ano do Ensino Médio. Essa proposta parece ter oportunizado aos estudantes a criação de estratégias, e colaborou com a formação do pensamento crítico. De uma maneira geral, a oficina realizada com atividades lúdicas parece ter sido promissora e contribuiu com as aulas de Química, pois ampliou conhecimentos e contribuiu com a aprendizagem da maioria dos alunos, além da motivação no estudo da disciplina.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Química; Atividades lúdicas; Recurso didático.

ABSTRACT

In the search for new teaching strategies in the subject of Chemistry, playful activities have shown themselves to be an alternative that can help motivate students, raise awareness of the importance of studying this subject and the importance of studying this subject, representing a paradigm shift to traditional teaching. In order to teach the diagram, the focus of this article, simulations can be used to make it accessible to students. Thus, this text reports on an experience in the chemistry classroom, in which two simulators were built out of MDF material and used as part of the school's teaching plan with the aim of providing learning through play, addressing specific concepts of electronic distribution. In particular, we describe the development of a workshop, which took place over five meetings, as a proposal to explore the concept of electronic distribution in the concept of electronic distribution in 1st year high school classes. This proposal seems to have given students the chance to create strategies and collaborated with the formation of critical thinking. In general, the workshop using playful activities seems to have been promising and to have contributed to the chemistry lessons, because it knowledge and contributed to the learning of most of the students, as well as motivating them to study the subject.

KEYWORDS: Chemistry Teaching; Playful Activities; Didactic resource.

RESUMEN

En la búsqueda de nuevas estrategias de enseñanza de la química, las actividades lúdicas son una alternativa que puede ayudar a motivar a los alumnos para que se den cuenta de la importancia de estudiar esta asignatura, lo que representa un cambio de paradigma respecto a la enseñanza tradicional. Las simulaciones pueden utilizarse para hacer accesible a los estudiantes la enseñanza de los diagramas de distribución electrónica, tema central de este artículo. Este texto relata una experiencia en el aula de química, en la que se construyeron dos simuladores manuales de MDF y se utilizaron como parte del programa de enseñanza de la escuela, con el objetivo de proporcionar aprendizaje a través del juego, abordando conceptos específicos de distribución electrónica. En concreto, describimos el desarrollo de un taller, que tuvo lugar a lo largo de cinco encuentros, para explorar el concepto de distribución electrónica en las clases de 1º de ESO. Esta propuesta parece haber dado a los alumnos la oportunidad de crear estrategias y contribuido a desarrollar el pensamiento crítico. En general, el taller realizado con actividades lúdicas parece haber sido prometedor y haber contribuido a las clases de química, porque amplió los conocimientos y contribuyó al aprendizaje de la mayoría de los alumnos, además de motivarlos para estudiar la asignatura.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de la Química; Actividades lúdicas; Recurso didáctico.

INTRODUÇÃO

Na visão dos estudantes, aprender Química resume-se a definir leis e conceitos e aplicar fórmulas de maneira desarticulada e descontextualizada, reduzindo a aquisição da aprendizagem em um processo automatizado (Callegario; Malaquias; Luna, 2020). Tal concepção muitas vezes é reforçada pelo fato de que o ensino dessa disciplina ainda é predominantemente tradicional, com a utilização somente de quadro e giz e foco na memorização (Cavalcanti; Soares, 2004; Silva, 2011).

Diante deste cenário, a busca por novas estratégias de ensino é de extrema importância para estimular o aluno. Segundo Oliveira *et al.* (2021), professores de diferentes disciplinas procuram meios alternativos para tornar suas aulas mais atrativas e, como consequência, contribuir para a compreensão dos conteúdos abordados. Dentre elas, merecem destaque as soluções de baixo custo, como experiências caseiras com materiais do cotidiano e a construção de atividades lúdicas, como simuladores e jogos, que têm como objetivo aproximar o aluno do meio em que vive e possibilitar que eles adquiram novas habilidades e a capacidade de comunicação e observação (Oliveira *et al.*, 2021).

Introduzir atividades lúdicas nas aulas, além de contribuir para a motivação do aluno, contribui para a conscientização da importância dos conceitos científicos e, ainda, representa uma quebra de paradigma com o ensino tradicional. Soares (2004), em um breve levantamento a respeito das ferramentas lúdicas para o ensino e na tentativa de delimitar esse conceito, sugere que a utilização dos materiais lúdicos permite desfrutar um campo repleto de definições e de entendimentos em diferentes esferas da sociedade.

No âmbito da disciplina de Química, o trabalho realizado, que aborda o lúdico contribui para que os alunos desenvolvam uma visão crítica do mundo que os cerca, compreendam os conceitos e reconheçam como eles podem ser empregados em sua vivência, despertando o interesse, a atenção e a busca pelo conhecimento (Santana, 2006).

O objetivo deste artigo é trazer contribuições a partir do relato de uma experiência de sala de aula que envolveu a utilização de dois simuladores para propor a exploração do conceito de distribuição eletrônica aplicada de acordo com os componentes curriculares do estado do Paraná, à turma do 1º ano do Ensino Médio. Além da descrição e avaliação da experiência, tecemos reflexões acerca do trabalho desenvolvido e suas implicações para o ensino.

SIMULAÇÃO NO ENSINO DO DIAGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO ELETRÔNICA: O DESPERTAR DO LÚDICO

A Química é uma ciência que representa elementos e fenômenos por símbolos; assim, para os estudantes, é necessário um referencial que gere uma representação equivalente e atue na construção do conhecimento, de forma a colaborar na exploração de fenômenos, processos e ideias abstratas (Costa; Tavares, 2019; Machado, 2016).

Ao abordar os três níveis do conhecimento Químico, ressaltamos Johnstone (1982) que propôs um modelo que simboliza os diferentes níveis de representação atribuídos aos conceitos da Química, que são: o macro e tangível (neste nível, o estudante pode observar os fenômenos a partir de experimentos em laboratório ou de um microscópio); o simbólico e matemático (neste nível, os estudantes observam representações das reações químicas a partir de fórmulas e equações) e o molecular e invisível (neste nível, o estudante necessita de referenciais para compreender os conceitos, pois abrange os níveis atômico e molecular, que ainda são abstratos e não fazem parte da realidade do estudante, sendo representados por fórmulas e símbolos que necessitam da atribuição de significado).

A utilização de simulação no ensino colabora com o estudante, despertando-o para a compreensão dos conceitos atrelados, em especial, ao molecular e invisível. Machado (2016) cita que a ascendência das ferramentas de simulação para o meio educacional foi expressiva nas duas últimas décadas, pois o desenvolvimento de variados softwares educacionais e objetos de aprendizagem ampliaram o processo de ensino e de aprendizagem e, ainda, colaboraram no processamento e desenvolvimento mental, além de contribuir com os processos criativos a serem desenvolvidos em sala de aula de forma presencial ou virtual.

Assim, ao definir o termo lúdico, Soares (2004) o apresenta como uma ação que gera divertimento, e, de acordo com Robaina (2008), o termo lúdico vem do latim *ludus* e possui o significado de brincar. No entanto, entre as possibilidades metodológicas para que o professor estimule o interesse do estudante, é possível utilizar o lúdico em experimentações, leituras de textos, modelagens, analogias com o cotidiano, redes sociais, uso de materiais didáticos e, ainda, em simulações (Garcez; Soares, 2017). Para a aplicação de atividades lúdicas, pode-se utilizar a simulação, contribuindo com uma atividade divertida e prazerosa. Além de representar um conceito, é gerado um significado, no qual, o estudante pode se referenciar para desenvolver a internalização do conteúdo.

As atividades lúdicas, além de proporcionar o conhecimento, colaboram com as interações entre os estudantes ao fortalecer seus laços afetivos, pois envolvem o aprendizado de forma prazerosa, o que possibilita a interação, a comunicação e a aquisição do conhecimento. Além disso, ao desenvolver uma atividade lúdica em grupo, é incentivada a colaboração e há melhorias nas habilidades sociais dos estudantes. O aspecto lúdico, aliado às simulações interativas, é capaz de promover um ambiente educacional estimulante, assim, os estudantes se sentem motivados a explorar, experimentar e aprender conceitos científicos de forma envolvente e divertida.

Em um estudo bibliográfico das pesquisas acadêmicas desenvolvidas em jogos e atividades lúdicas no ensino de Química no país, Garcez e Soares (2017) destacam que esse campo de pesquisa ainda está em estruturação e necessita um maior aprofundamento teórico, em especial, para uma melhor compreensão do potencial do lúdico e sua importância. Referente aos tipos de atividades lúdicas, os autores observaram uma ascendência na exploração dos jogos de tabuleiro (corrida, ludo, trilha, perfil, campo minado) e de cartas, seguidos por experimentação, bingo, materiais manipuláveis e jogos teatrais/júri simulado. Embora haja uma diversificação de propostas, há o predomínio de jogos de cartas e de tabuleiro, possivelmente por serem mais familiares, tanto aos discentes quanto aos docentes,

o que justifica a importância de uma maior diversificação nas propostas apresentadas, como sugere este artigo.

Garcez e Soares (2017) analisam, também, produções que apresentam alguma avaliação da atividade lúdica aplicada, geralmente realizada por meio do desempenho dos alunos, apresentando ora a sua aprendizagem, por meio do desenvolvimento de atividades lúdicas, ora a eficácia do instrumento de ensino. O desempenho dos alunos, por sua vez, é apresentado tanto de forma quantitativa (por meio da aplicação de testes e exercícios antes e após a utilização do lúdico) quanto qualitativa (atribuída em função da resposta dos discentes ao lúdico). Neste último caso, os trabalhos analisados pelos autores geralmente enfatizam o envolvimento discente, o aumento do interesse e a motivação na execução da atividade, destacando resultados em função dos aspectos emocionais e afetivos relacionados à sua aplicação.

De acordo com Messeder Neto e Moradillo (2016), ao aplicar um jogo ou uma simulação em sala de aula, é importante distinguir a função lúdica da função educativa, pois a primeira é responsável por despertar a diversão e o prazer, enquanto a segunda tem por intenção favorecer a aprendizagem durante o desenvolvimento da atividade. Assim, a prática com o simulador que explora o lúdico não deve ser utilizada sem um planejamento adequado, ou seja, ao estudante, é necessário o esclarecimento de que as representações e as simulações em forma de jogos ou brincadeiras fazem parte do processo de aprendizagem e possuem um papel educativo. Desta forma, ao utilizar um simulador para auxiliar no processo de ensino e colaborar com a aprendizagem, é necessário que os recursos lúdicos estimulem a mente, o pensamento e o senso crítico, pois, além das esferas motoras, é necessário estimular o cognitivo (Garcez; Soares, 2017).

Neste trabalho, em especial, focamos em um tipo de simulação que denominamos manual, que, segundo Soares (2015, p. 63), é "uma atividade lúdica que prima pela manipulação de materiais que funcionem como simuladores de um conceito conhecido pelo professor, mas não pelo estudante, dentro de algumas regras preestabelecidas, em que não haja vencedores ou perdedores, primando-se pela cooperação".

Para aplicação do simulador manual no ensino de Química, consideramos um dos temas que envolve um grau elevado de dificuldade no Ensino Médio, que é o diagrama de distribuição eletrônica, também conhecido como "Diagrama de Linus Pauling"¹, pois possui conceitos relativos à mecânica quântica e é um assunto distante do cotidiano, que apresenta alto nível de abstração, visto que, aborda a compreensão da estrutura atômica, as ligações químicas, o comportamento dos elétrons de acordo com a variação de energia e a característica energética dos átomos, de modo a auxiliar a determinar a camada de valência em que se encontram os elétrons a partir da distribuição eletrônica em níveis energéticos (Bianco; Meloni, 2019).

Eventualmente, ao ensinar o Diagrama de Linus Pauling, diversas dificuldades podem se apresentar em razão da complexidade do conceito e da falta de recursos adequados, considerando a abstração envolvida dos elétrons em um nível submicroscópico (Ribeiro *et al.*, 2019). Neste caso, é notado que os estudantes possuem dificuldade na visualização de partículas tão pequenas e no entendimento de como elas estão distribuídas ao redor do núcleo do átomo. Para que seja alcançada a compreensão, é necessário um recurso educacional adequado, que tenha, como objetivo, a utilização de materiais necessários para simplificar os conceitos e torná-los acessíveis.

¹ Em 1939, o químico quântico e bioquímico Linus Carl Pauling apresentou, em seu livro, "The Nature of the Chemical Bond", como uma estratégia didática, um esquema de distribuição de elétrons nos níveis de energia que nos remete ao diagrama de distribuição eletrônica conhecido no Brasil como "Diagrama de Pauling" (Bianco; Meloni, 2019).

Para que o ensino do diagrama de Linus Pauling seja acessível aos estudantes, podem ser utilizadas as simulações interativas, seja *online* ou *offline*. Cabe ao professor adaptar e criar um recurso educacional que condiz com a realidade do colégio ao qual a atividade será aplicada para desenvolvimento dos conceitos. Desta forma, para o ensino do diagrama de Linus Pauling, foram construídos dois simuladores manuais em material de MDF, os quais foram utilizados dentro do planejamento de ensino do colégio com o objetivo de proporcionar a aprendizagem a partir do lúdico, abordando conceitos específicos da distribuição eletrônica.

METODOLOGIA

Este artigo aborda o relato de experiência de aplicação de uma proposta de ensino desenvolvida para os conceitos de Distribuição e Distribuição Eletrônica. Para isto, foram utilizados dois simuladores lúdicos, conforme pode ser observado na Figura 1. As caixas foram elaboradas com divisórias, o material utilizado foi o MDF e foram utilizadas peças esféricas de papel, as quais representaram os elétrons. O primeiro (Simulador I – lado esquerdo) foi utilizado para exploração da ideia de “distribuir”, enquanto o Simulador II (lado direito) foi utilizado como ferramenta didática no processo de ensino do conceito específico de distribuição eletrônica.



Figura 1: Simuladores lúdicos envolvendo distribuição eletrônica

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o desenvolvimento da atividade lúdica, foram designadas duas turmas de 1º ano do Ensino Médio, totalizando 31 discentes participantes do período matutino de um Colégio da rede Estadual localizado no município de Paranavaí/PR, por meio de uma oficina desenvolvida em 5 momentos (5 encontros, cada um com duas aulas geminadas 50 minutos cada). O conteúdo aplicado foi determinado a partir do planejamento do Colégio e em correspondência com o “Currículo priorizado da Rede Estadual de Ensino” (Paraná, 2021) e seguindo o cronograma das aulas disponibilizadas pelo professor de Química.

A princípio, no primeiro encontro, foi aplicada uma avaliação diagnóstica, composta de cinco questões, as quais auxiliaram na identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os conceitos de distribuição e a distribuição eletrônica de Linus Pauling. No segundo encontro, a partir de uma abordagem expositiva dos conceitos de distribuição eletrônica e diagrama de Linus Pauling, foi utilizado o Simulador I, com o intuito de estimular o conhecimento voltado para a instigação do raciocínio.

No terceiro e quarto encontro, foram introduzidos conceitos da distribuição eletrônica voltados para a utilização do simulador e, após a aula expositiva, foi inserido o Simulador II, com o propósito de analisar o desenvolvimento do raciocínio e as estratégias criadas por estudantes ao praticar o conhecimento. No quinto e último encontro, foi aplicado o mesmo questionário utilizado anteriormente para verificar os conhecimentos prévios.

Com a aplicação das questões, buscamos comparar o conhecimento inicial dos estudantes acerca da distribuição eletrônica e do conhecimento acrescido após a realização da estratégia de ensino com a utilização dos simuladores. Ressaltamos aspectos da contribuição e limitações da utilização de simuladores lúdicos para a aprendizagem nas aulas de Química no Ensino Médio em colégios públicos, abordamos o conhecimento prévio e posterior à utilização do Simulador como recurso didático e descrevemos a experiência em sala de aula, citando as impressões dos estudantes e apontando os resultados obtidos que evidenciam as contribuições para o ensino e para a aprendizagem.

APLICAÇÃO DOS SIMULADORES LÚDICOS ENVOLVENDO DISTRIBUIÇÃO ELETRÔNICA

Em busca de alternativas que possuam como objetivo aprimorar o ensino da Distribuição Eletrônica, a utilização de simuladores se destaca e, de acordo com Machado (2016), a aplicação adequada de ferramentas lúdicas para o ensino amplia a possibilidade da prática docente e gera mudanças na apropriação dos conceitos que colaboram com o domínio cognitivo dos estudantes. Isso acontece, pois, além da memorização, desafios que contribuem com o estímulo da própria atividade e com o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo do estudante surgem no processo.

Respaldado no currículo do estado do Paraná e no conteúdo básico que aborda a Matéria, destacam-se as seguintes expectativas de aprendizagem, relacionados à proposta aqui apresentada: compreender os códigos, símbolos e fórmulas próprios da Química; e compreender a descoberta e a evolução dos modelos atômicos, identificando as especificidades e características das partículas fundamentais (Paraná, 2012). Para o desenvolvimento das atividades com os estudantes do Ensino Médio, foi estabelecido o cronograma apresentado no Quadro 1. O cronograma fez parte de uma oficina elaborada com o auxílio do professor e corresponde ao planejamento curricular, o que possibilitou que as aulas não alterassem o planejamento da disciplina de química.

Quadro 1: Cronograma das atividades

Atividade	Objetivos
Encontro 1 – Aplicação da avaliação diagnóstica	Verificar os conhecimentos prévios a respeito dos conceitos de distribuição e distribuição eletrônica.
Encontro 2 – Fase 1. "O que é distribuir?": Abordagem conceitual por meio de aula expositiva e o uso do Simulador I.	Estimular o raciocínio de distribuição como estratégia para ação de organização, separação e comparação.
Encontros 3 e 4 – Fase 2. Introdução conceitual de distribuição eletrônica e os ensaios acerca da utilização do simulador. Abordagem conceitual por meio de aula expositiva e o uso da ferramenta Simulador II.	Desenvolver o raciocínio e estratégias de distribuição até completar as mesmas definidas pelo diagrama de Linus Pauling.
Encontro 5 – Reavaliação dos alunos acerca do conceito de distribuição eletrônica.	Averiguar os conhecimentos acrescidos com a oficina e verificar se pode ter sido favorecido pelo uso do simulador.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dos conceitos de distribuição e de distribuição eletrônica e, tendo em vista que os alunos realizam o primeiro contato com essas habilidades da aprendizagem no nono ano do ensino fundamental, no primeiro encontro, foi aplicado de modo presencial um questionário de pesquisa qualitativa com respostas abertas, e com o intuito de exercitar conhecimentos prévios dos estudantes

sobre o tema. As perguntas contempladas foram as seguintes: 1. Como você define um átomo? 2. Conceitue: Próton, elétron e nêutron; 3. Como você define a distribuição eletrônica? Qual sua finalidade e importância? 4. O que significam níveis e subníveis de energia, no átomo? 5. Qual a distribuição eletrônica, em subníveis, para o átomo de cloro (Cl), sabendo que ele possui 17 elétrons, 17 prótons, 17 nêutrons. Indique a camada de valência.

Assim, do segundo ao quarto encontro, após a abordagem conceitual, foi realizada a orientação sobre como aplicar conceitos vistos em aula a partir da utilização dos simuladores, abordando o auxílio da ludicidade para a aprendizagem. No segundo encontro, foi proposto aos estudantes que se dividissem em equipes. A abordagem conceitual foi motivada pela questão "O que é distribuir?", e, após a aula expositiva sobre os conceitos de distribuição, solicitou-se aos estudantes que distribuíssem as esferas disponibilizadas nas lacunas do Simulador I, com a finalidade de estimular o raciocínio de distribuição como estratégia para a prática de organização, separação e comparação.

No terceiro e quarto encontro, após a aula expositiva, em que foram desenvolvidos os conceitos de distribuição eletrônica de acordo com a teoria de Linus Pauling, propôs-se aos estudantes que colocassem a teoria em prática, a partir da utilização do simulador II. Inicialmente, foi incentivado o uso da imaginação. Desse modo, a distribuição eletrônica ocorreu livremente e sem a interferência do professor, visto que os estudantes tiveram no segundo encontro a oportunidade de se familiarizar com o simulador I.

Após a adaptação e prática dos estudantes com o simulador II, foram estabelecidas metas a serem alcançadas. Assim, novas regras surgiam conforme o desempenho dos estudantes, com o intuito de completar a distribuição eletrônica que correspondesse aos elétrons organizados ao redor do núcleo atômico, preenchendo os subníveis de menor energia primeiro e completando as quantidades máximas de elétrons nos subníveis seguintes, conforme definido pelo diagrama de Linus Pauling. Na Figura 2, é possível observar o esquema de distribuição eletrônica adaptado ao simulador II em correspondência ao diagrama de Linus Pauling, cuja representação está de acordo com a distribuição dos subníveis de energia, iniciando-se de cima para baixo em sentido diagonal. O simulador apresenta 7 linhas, representando as camadas de energia K, L, M, N, O, P e Q, que compõem a eletrosfera do átomo, e as 4 colunas verticais de tamanhos diferenciados, que correspondem aos subníveis de energia *s*, *p*, *d* e *f*. Aos estudantes, foi esclarecido que, nos subníveis, deveria ser realizada a distribuição das quantidades de elétrons especificadas. Assim, foi utilizada a quantidade adequada de bolinhas representantes de elétrons a serem distribuídas.

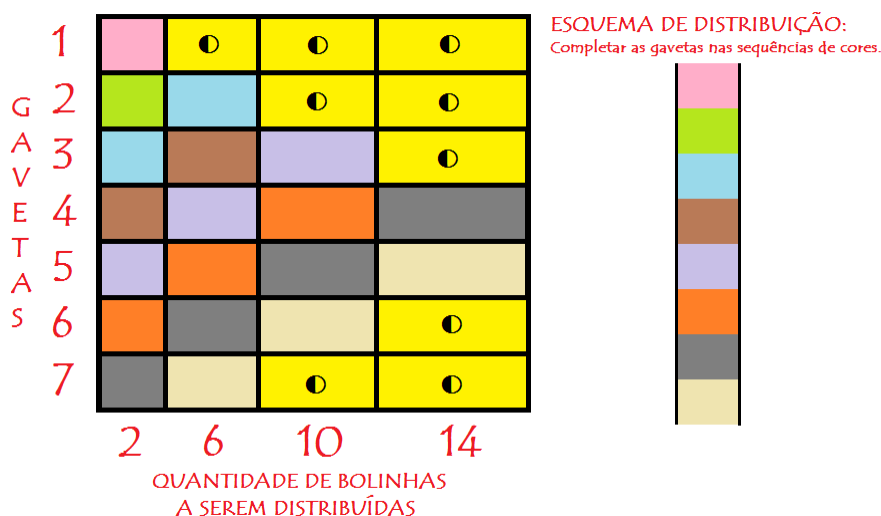


Figura 2: Esquema do simulador II e suas regras de utilização
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Durante sua utilização, foi observado que o esquema de distribuição por cores é fundamental para a orientação dos estudantes sobre a ordem de distribuição em sentido diagonal, assim como a opção pelo diagrama de Linus Pauling. As cores colaboraram para que os discentes não se perdessem no decorrer da distribuição, uma vez que passariam para a próxima coluna colorida quando completassem o subnível definido por cor com o número correspondente de elétrons, respeitando as quantidades máximas de bolinhas por gavetas. Na Figura 3, é possível observar alguns momentos da oficina em que se evidencia a participação e envolvimento dos estudantes no trabalho proposto.



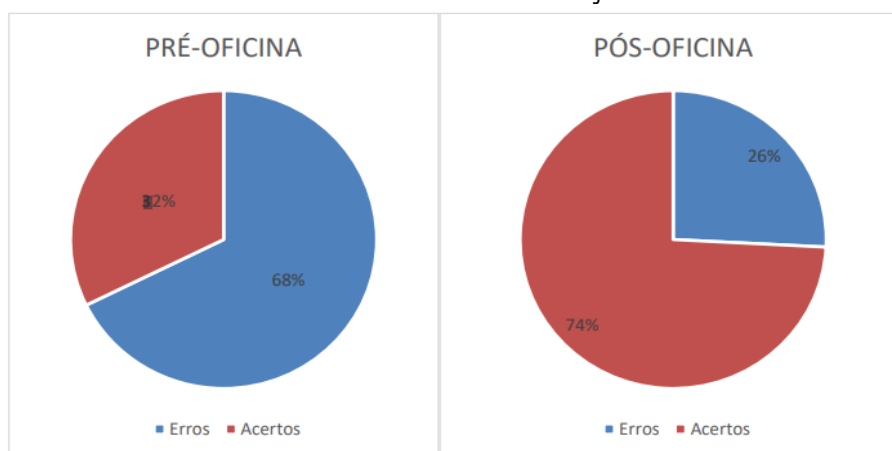
Figura 3: Alunos envolvidos nas tarefas

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

No quinto encontro, foi realizada a avaliação da aprendizagem com auxílio do mesmo questionário aplicado inicialmente. Essa abordagem foi utilizada com o objetivo de analisar e comparar o conhecimento prévio do estudante com o conhecimento adquirido em sala, utilizando-se dos simuladores lúdicos.

Como resultado, na questão 1, foi possível averiguar o conhecimento que os alunos possuíam em relação a definição do átomo e suas características. De acordo com as respostas obtidas na primeira aplicação da avaliação, dos 31 estudantes, apenas 32% souberam responder de maneira satisfatória. Em contrapartida, pode-se observar, a partir do questionário aplicado após a oficina, que 74% dos alunos apresentaram os conceitos de definição do átomo de forma satisfatória, como os de eletrosfera e de camadas de energia. O Gráfico 1 representa a porcentagem de erros e acertos dos estudantes na pré-oficina e no pós-oficina:

Gráfico 1: Erros e acertos na definição do átomo



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na questão 2, foi observado o uso do conhecimento relacionado aos conceitos que definem as partículas próton, elétron e nêutron e, inicialmente, foi obtido um percentual de 39% de acertos, os quais representaram o nível de compreensão do estudante. Neste sentido, a oficina se mostrou favorável aos processos de ensino e aprendizagem que envolviam uma definição assertiva das partículas do átomo, visto que 87% dos alunos atribuíram a resposta correta na aplicação final, após a oficina.

Por meio das questões 3 e 4, foi possível verificar dificuldades em relação ao tema da configuração eletrônica dos átomos. Inicialmente, apenas 45% dos alunos responderam de forma satisfatória à questão 3, e 29% à questão 4. Após a oficina, ao analisar as respostas das questões 3 e 4 atribuídas ao questionário, foi verificada uma evolução conceitual em relação a configuração eletrônica dos átomos por parte dos alunos. Este fato se relaciona com a análise das 31 respostas atribuídas às questões, em que 22 alunos (71%) obtiveram respostas satisfatórias, tanto na questão 3 quanto na questão 4. No caso da questão 4, as respostas foram incitadas pela dificuldade com a interpretação do texto da questão, e não somente pela incompreensão de conceitos simples e mínimos para a definição de distribuição eletrônica.

Por conseguinte, ao analisar a questão 5, foi constatado inicialmente que apenas 26% dos estudantes a responderam de forma satisfatória, com auxílio dos conceitos esperados e com a realização da distribuição eletrônica na primeira aplicação do questionário. No entanto, após a participação nas aulas ofertadas pela oficina e com a inserção do simulador como incentivo ao trabalho lúdico, houve um aumento de respostas consideradas satisfatórias para 87%. Apresentamos a resposta de um dos estudantes na Figura 4, para demonstrar, a partir do desenho do átomo e suas eletrosferas, o conhecimento adquirido na oficina, que resultou em aprendizagem.

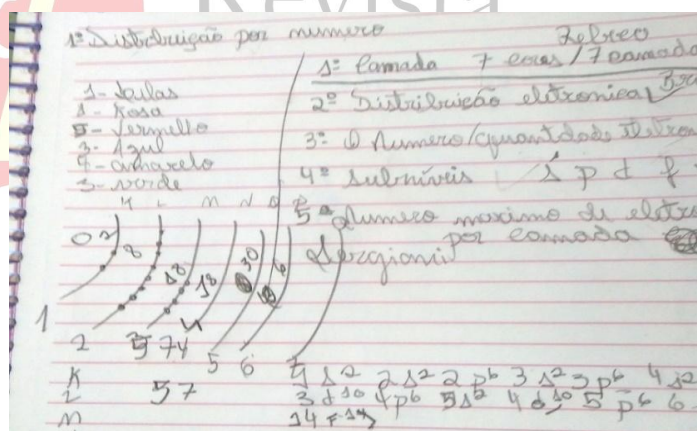


Figura 4: Esquema de distribuição eletrônica organizado por um dos alunos

Fonte: Autores, 2023.

As atividades lúdicas forneceram aos estudantes o espaço para a criação de estratégias, além de terem colaborado com a formação do pensamento crítico, tornando-os confiantes para elaborar modelos ao responderem o questionário com auxílio do Diagrama de Linus Pauling. Foi possível verificar a troca de informações na aplicação da oficina, o que contribuiu para a socialização em sala de aula, para o compartilhamento de conhecimento e para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

De uma maneira geral, a oficina realizada com atividades lúdicas foi promissora e contribuiu com as aulas de Química, pois acrescentou conhecimento e proporcionou a aprendizagem da maioria dos alunos, além de contribuir para seu desenvolvimento e motivação no estudo da disciplina. Destaca-se, também, a importância do papel do professor

na condução da tarefa, apresentando de forma clara os objetivos da atividade e evitando que ela se tornasse apenas uma brincadeira, o que acarretaria a perda do seu sentido didático, como apontam Cavalcanti e Soares (2009). Assim, foi observado que a utilização do simulador lúdico para o ensino da Distribuição Eletrônica de Linus Pauling contribui com a aprendizagem e com o ensino, pois auxilia o estudante a adquirir conhecimento e o professor a explicar e exemplificar os conceitos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos a partir da análise dos questionários atrelados à primeira experiência, da atitude e do envolvimento dos alunos em sala de aula e, também, das palavras expressas ao fim da atividade, levam a concluir que os simuladores aplicados no decorrer das oficinas contribuíram para a aprendizagem do conteúdo. Além disso, a maioria dos discentes expressou, no questionário pós-aprendizagem, que o simulador foi divertido, relativamente difícil no início das atividades, mas, no decorrer das aulas, com a explicação e condução do professor, tornou-se mais fácil e que os ajudou a compreender o conteúdo abordado.

O relato dos estudantes ao final do trabalho evidenciou que o trabalho, com essa atividade lúdica, estimulou a participação ativa dos alunos, que se mostraram motivados com a proposta organizada de acordo com seus interesses e favorecendo o seu protagonismo, como sugerem os documentos curriculares. A proposta aqui trazida serve como material que pode contribuir para a aprendizagem dos alunos, sendo uma possibilidade de superar o desinteresse de muitos deles em relação ao modo como a Química costuma ser abordada em sala de aula, centrado na memorização de fórmulas e conceitos, sem relação com o seu cotidiano.

Assim, a utilização de atividades lúdicas mostrou-se uma alternativa possível e promissora nos processos de ensino e de aprendizagem da Química, e o relato aqui apresentado pode motivar outros professores na produção de novas ferramentas pedagógicas.

REFERÊNCIAS

BIANCO, A. A. G.; MELONI, R. A. O conhecimento escolar: Um estudo do tema Diagrama de Linus Pauling em livros didáticos de Química – 1960/1970. **Revista Química Nova Escola**, v. 41, n. 2, p. 148-155, 2019.

CALLEGARIO, L. J.; MALAQUIAS, I.; LUNA, J. F. História das Ciências e aprendizagem significativa de Conceitos científicos da química: o caso da potassa no século XVIII. **Vidya**, v. 40, n. 1, p. 377-398, 2020.

CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. O uso do jogo de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, n.1, p.255-282, 2009.

COSTA, M. T.; TAVARES, T. T. O uso de simuladores de internet para o ensino de química. **Revista Mediação**, v. 9, p. 50-57. 2019.

GARCEZ, E. S. C.; SOARES, M. H. F. B. Um Estudo do Estado da Arte Sobre a Utilização do Lúdico em Ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 183-214, 2017.

JOHNSTONE, A. H. Macro and Microchemistry. **The School Science Review**, v.64, n. 227, p. 377-379, 1982.

MACHADO, A. S. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. **Revista Química Nova Escola**, v. 38, n. 2, p. 104-111, 2016.

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. O lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da psicologia histórico-cultural. **Revista Química Nova Escola**, v. 38, n. 4, p. 360-368, 2016.

OLIVEIRA, R. E. *et al.* Jogos didáticos no ensino de química: desenvolvimento e aplicação em turmas da 1ª série do Ensino Médio em Cocal, Piauí. **Revista Ciências & Ideias**, v. 12, n. 3, p.17-32, 2021.

PARANÁ. **Caderno de expectativas de aprendizagem**. Curitiba: SEED/DEB-PR, 2012.

PARANÁ. **Currículo priorizado da Rede Estadual de Ensino 2021**: Ensino Médio/Química. Curitiba: SEED-PR, 2021.

RIBEIRO, S. D. *et al.* A aprendizagem de Química ao toque das mãos: uma proposta de material didático inclusivo. **Revista Scientia Amazonia**, v. 8, n. 3, p. 1-9, 2019.

ROBAINA, J. V. L. **Química através do lúdico – Brincando e aprendendo**. Canoas: Editora ULBRA, 2008.

ROCHA, S.; CASTRO, L. A presença da Química Quântica em livros e recursos didáticos. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 4, n. 1, 2020.

SILVA, A. M. **Proposta para Tornar o Ensino de Química mais atraente**. **Revista de Química Industrial**, n. 731, p. 1-6, 2011.

SOARES, M. H. F. B. **O Lúdico em Química**: Jogos e atividades aplicados ao ensino de Química. Tese (Doutorado em Química). Universidade Federal de São Carlos, 2004.

SOARES, M. H. F. B. Jogos em Ensino de Química: uma discussão teórica necessária para novos avanços. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 2, p. 5-13, 2016.