

# JOGO TORNEIO MOLECULAR: UMA EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM POR ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

## MOLECULAR TOURNAMENT GAME: A LEARNING EXPERIENCE FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Isadora Heloisa Pedroso<sup>1</sup> 

Zenaide de Fatima Dante Correia Rocha<sup>2</sup> 

Rafaella Heloisa Pedroso<sup>3</sup> 

### Resumo

A utilização de jogos no contexto educativo tem sido comum atualmente, tendo em vista as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes. No Ensino Médio, o ensino de Geometria Molecular é um dos temas que mais apresenta desafios do ponto de vista didático, devido à dificuldade que os estudantes apresentam em visualizar as moléculas em três dimensões. Com o intuito de tornar mais fácil e atrativo esse tema, desenvolvemos uma pesquisa de caráter qualitativo, que consistiu em desenvolver e analisar os efeitos de um jogo Torneio Molecular, aplicado em uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública do interior de São Paulo. Para análise dos resultados elencou-se categorias a partir das respostas dos estudantes, utilizando o método de análise de conteúdo de Bardin. Discutiu-se sobre a aprendizagem de Geometria Molecular pelos estudantes durante o processo de desenvolvimento do jogo, sendo possível apontar indícios de que esse recurso didático, configurado como produto educacional, possibilitou a compreensão do conteúdo, podendo ser promissor para o Ensino de Química.

**Palavras-Chaves:** Ensino de química. Jogos didáticos. Geometria molecular.

### ABSTRACT

The use of games in educational contexts has become common nowadays, considering the learning difficulties presented by students. In high school, teaching molecular geometry is one of the topics that presents the most challenges from a didactic point of view, due to the difficulty that students have in visualizing molecules in three dimensions. In order to make this topic easier and more attractive, we developed a qualitative research, which consisted of developing and analyzing the effects of a Molecular Tournament game, applied to a class of the 1st year of high school in a public school in the interior of São Paulo. To analyze the results, categories were listed based on the students' responses, using Bardin's content analysis method. We discussed the learning of molecular geometry by students during the game development process, and it was possible to point out evidence that this didactic resource, configured as an educational product, enabled the understanding of the content and may be promising for teaching chemistry.

**Keywords:** Chemistry Teaching. Educational games. Molecular geometry.

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Norte do Paraná

## Introdução

Tem sido cada vez mais comum, estudantes do Ensino Médio apresentarem dificuldades na compreensão de conceitos científicos, durante o processo de ensino e aprendizagem, o que tem nos instigado a produzir recursos didáticos que pudessem melhorar a prática pedagógica.

No Ensino de Química a proposição de jogos tem se revelado uma importante alternativa, pois este tipo de recurso didático tem motivado os estudantes a se interessarem por conteúdos complexos no sentido de buscar conhecê-los ao sentir-se desafiados pela dinâmica de ensino.

Ao trabalharmos com uma turma de estudantes do 1º ano do Ensino Médio, no ano de 2022, numa escola pública do interior de São Paulo/SP, sentimos essa necessidade ao ensinar Química. Assim a partir de um contexto de pesquisa de iniciação científica (PEDROSO e ROCHA, 2023) realizada por uma das autoras, licencianda em Química, aliada à proposição de desenvolvimento de uma prática de ensino mais interativa em sala de aula da professora responsável por essa turma, também autora deste trabalho, em conjunto com a orientadora desta pesquisa, foi possível elaborar e desenvolver um recurso capaz de tornar o conteúdo químico mais atrativo e didático.

Dentre as áreas do ensino de Química a Geometria Molecular se destaca em termos de queixas dos estudantes, por terem dificuldade em visualizar modelos geométricos em três dimensões, essas dificuldades geram um desestímulo por parte do discente, por não conseguir visualizar as moléculas como de fato são cientificamente definidas.

Diante dessa problemática faz-se necessário ao professor inovar o ensino, o que propõe mudar a rotina e transformar sua prática pedagógica, mediante proposições investigativas que promovam a compreensão do conhecimento científico sobre o conteúdo em foco.

Por conseguinte, desenvolvemos um jogo com o intuito de auxiliar na compreensão do conteúdo de Geometria Molecular desenvolvendo o pensamento científico dos estudantes, a estimular o aprendizado e o interesse pela disciplina de Química, a fim de resignificarem o conhecimento científico, fazendo analogia com suas práticas cotidianas mediante a utilização de metodologias inovadoras, que possam estimular a participação, ativa, na construção de sua aprendizagem (PEDROSO e ROCHA, 2023). Dessa forma acredita-se que seja possível a superação de obstáculos epistemológicos e a efetivação da construção do espírito científico conforme mencionado por (BACHELARD, 1996).

Nessa perspectiva o objetivo desta pesquisa foi desenvolver e analisar os efeitos de um jogo Torneio Molecular, aplicado em uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública do interior de São Paulo.

## Referencial teórico

O ensino vem se modificando ao longo dos anos, e a busca por algo interativo, dinâmico e que facilite a compreensão do conteúdo pelos estudantes se tornou foco de diversos estudos dentro de diversas áreas de ensino. Nesse sentido, este trabalho de pesquisa requer olhar para o ensino de Química, em que se destacam os jogos didáticos e também a atenção da utilização desses recursos da forma correta, com um objetivo traçado e não só o jogo pelo jogo. Conforme a pesquisadora Marcia Borin da Cunha (2012), os jogos têm sido utilizados, na maioria dos casos, como um mero recurso, sem que se tenha o cuidado com os aspectos pedagógicos que envolvem sua utilização. A simples aceitação do jogo na química não garante uma mudança na postura pedagógica do professor frente ao conhecimento. Um ensino dinâmico permite ao estudante ter prazer em aprender Química, pois promove uma dinâmica de observação em seu cotidiano e percepção dos fenômenos que acontecem no mundo a sua volta (CHASSOT, 2006). Para se proporcionar uma aprendizagem significativa o professor deve fazer uso de métodos que auxiliem os estudantes em uma melhor compreensão do que se é ensinado, aulas práticas, modelos e jogos pedagógicos são boas formas de tornar o ensino atrativo e despertar o interesse pelo estudo da disciplina, auxiliando o estudante a construir seu próprio conhecimento (LIMA FILHO, 2011). Uma boa maneira se dá fazendo o uso de atividades investigativas que permitem a interação entre a teoria e a prática, relacionando os conteúdos com os processos e envolvendo os estudantes em diversas tarefas (BAPTISTA, 2010). De acordo com Carvalho (2006), as atividades investigativas são processos desencadeados a partir de um problema de aprendizagem, com o objetivo de levar os estudantes a aprenderem por meio da construção do conhecimento, isto é, motivado por uma necessidade cognitiva. Para tanto, é essencial que o professor crie um ambiente estimulante e com recursos acessíveis ao desenvolvimento dessas atividades. No ensino de Ciências por investigação, o estudante deixa de ser apenas um observador das aulas, que muitas vezes são expositivas, e passa a ter grande influência sobre ela, necessita argumentar, pensar, agir, inferir, questionar, ser protagonista na busca e apreensão do conhecimento. Carvalho (2006) afirma, ainda, que os estudantes aprendem mais sobre a ciência e desenvolvem melhor os seus conhecimentos conceituais quando eles participam de investigações científicas.

Dentro da Química e para o ensino de Geometria Molecular a imagem é de fundamental importância para que o estudante consiga ver os tipos de ligação que os átomos estão realizando e observar a geometria em que estão dispostas essas ligações, facilitando assim a compreensão do conteúdo (SEBATA, 2006). As dificuldades dos estudantes de compreensão podem ser devido a alguns fatores como dificuldade em interpretar imagens ou no caso do componente curricular Geometria Molecular a dificuldade em visualizar moléculas em três dimensões, já que nesse

conteúdo a dimensão espacial é de fundamental importância para a compreensão e elucidação de questões. Contudo nem sempre o conhecimento trabalhado acontece de uma forma que induza o aluno a "pensar".

Por vezes a Química é ensinada como uma disciplina de memorização, em que se decoram fórmulas, modelos atômicos e moléculas, e o professor faz uso apenas do livro didático nas aulas (LIMA FILHO, 2011). Bachelard (2002) argumenta que ao abstrair a partir dos fenômenos concretos paralisa-se o pensamento científico. Para ele, quando o conhecimento vem da experiência com a realidade do fenômeno, "pensamento científico para construções mais metafóricas que reais", ocasiona uma barreira, que acaba dificultando o desenvolvimento do pensamento abstrato, o qual é importante para o desenvolvimento do pensamento científico, gerando o que ele chama de obstáculos epistemológicos.

Gomes e Oliveira (2007) comentam que ao trabalhar com metáfora, analogia e imagem para facilitar a compreensão de um determinado assunto, acaba-se não tendo êxito no verdadeiro objetivo. Esse método faz com que seja substituída a linha de raciocínio do estudante por uma ideia de resultado e esquema, o que faz com que o estudante não venha a desenvolver seu raciocínio de maneira adequada, criando então um obstáculo epistemológico. A argumentação de Bachelard (2002), é no sentido de considerar que as linguagens metafóricas e usos de imagem levam o conhecimento pré-científico para um caminho concreto e imediato, impedindo a abstração necessária para a formação do espírito científico.

Na visão de Bachelard (1996), a preocupação dos educadores deveria ser alterar essa cultura cotidiana prévia, pois não é possível incorporar novos conhecimentos às concepções primordiais já enraizadas. Para que a aprendizagem ocorra de maneira efetiva, é preciso mostrar ao estudante razões para evoluir. Um exemplo de obstáculo epistemológico é o que Bachelard (1996) denomina de experiência primeira, a qual gera apego à beleza do experimento e não à explicação científica. Segundo ele, uma ciência que aceita imagens é vítima de metáforas e experiências repletas delas são, na realidade, sem grande valor se não for extraído o abstrato do concreto, isto é, o experimento deve ser utilizado como uma ferramenta auxiliar ilustrativa e não se resumir a uma sucessão de resultados visualmente interessantes (BACHELARD, 1996). A este respeito, Bachelard(1996) não é totalmente contra o uso de metáforas, contanto que elas venham após a teoria, como um auxílio no esclarecimento desta. O problema ocorre quando há o uso anterior à explicação da hipótese ou teoria, pois pode ocorrer uma tendência à estagnação do pensamento, o aluno se apega e aceita essa aproximação como um algo conclusivo, não havendo necessidades de maiores elucidações o que impossibilita a abstração necessária ao conhecimento.

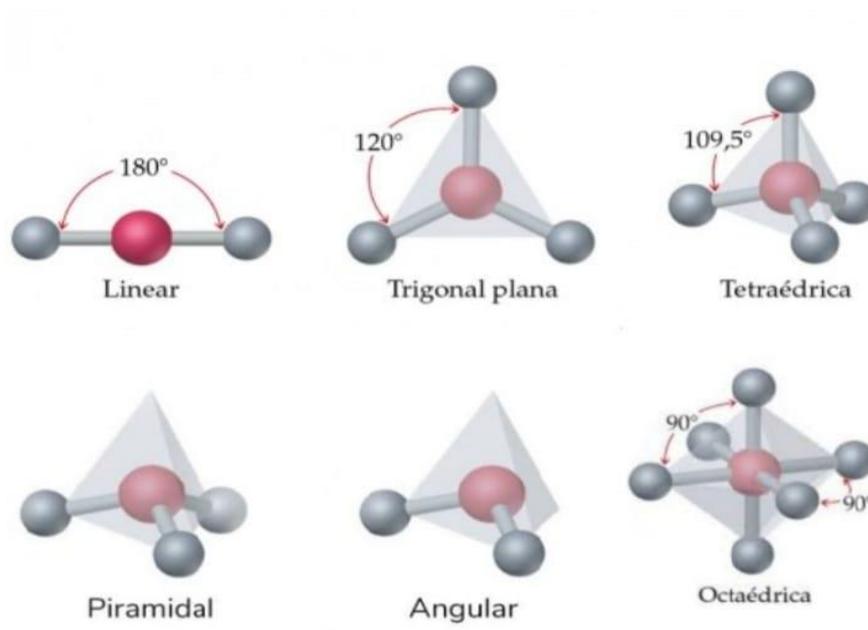
Em consonância ao proposto por Bachelard (1996) elaboramos um produto educacional trazendo imagens que permitam a visualização das moléculas, conforme explicações científicas do conteúdo de Geometria Molecular, na disciplina de Química.

### O Jogo Torneio Molecular

O Produto educacional apresentado (Jogo) teve como finalidade facilitar a compreensão do conteúdo de Geometria Molecular com foco na visualização das moléculas em 3D, mostrando como identificar as ligações que o elemento pode ou consegue fazer, indicando a polaridade das moléculas, a definição do átomo central (PEDROSO e ROCHA, 2023). O jogo foi denominado de “Torneio Molecular” por se tratar de uma competição entre grupos na qual competem como um torneio real de chave, com o objetivo de formar a molécula com a geometria correta e de forma mais ágil que o grupo oponente (PEDROSO e ROCHA, 2023).

Conforme Pedroso e Rocha (2023) para a produção desse jogo foi utilizado dois tamanhos diferentes de bolinha de isopor, quatorze de maior tamanho (75mm) para representar os átomos centrais e trinta e seis (50mm) para representar os átomos ligantes, também foram utilizados palitos de dente para representar as ligações entre os átomos. Foram escolhidas as seis Geometrias Moleculares mais comuns para serem representadas no jogo, sendo elas as Geometrias: linear, angular, trigonal plana, piramidal, tetraédrica e octaédrica, conforme apresentado na figura 1.

**Figura 1-** Geometria das Moléculas



Fonte: Aprova total, 2020.

Para cada uma dessas Geometrias foi selecionado uma molécula representante:

Linear: gás Cloro ( $\text{Cl}_2$ ), (molécula de Cl na cor verde).

Angular: água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), (molécula de H na cor cinza, molécula de O na cor azul).

Trigonal plana: tri-hidreto de boro ( $\text{BH}_3$ ), (molécula de B na cor vermelha, molécula de H na cor cinza).

Piramidal: amônia ( $\text{NH}_3$ ), (molécula de N na cor branca, molécula de H na cor cinza).

Tetraédrica: metano ( $\text{CH}_4$ ), (molécula de C na cor preta, molécula de H na cor cinza).

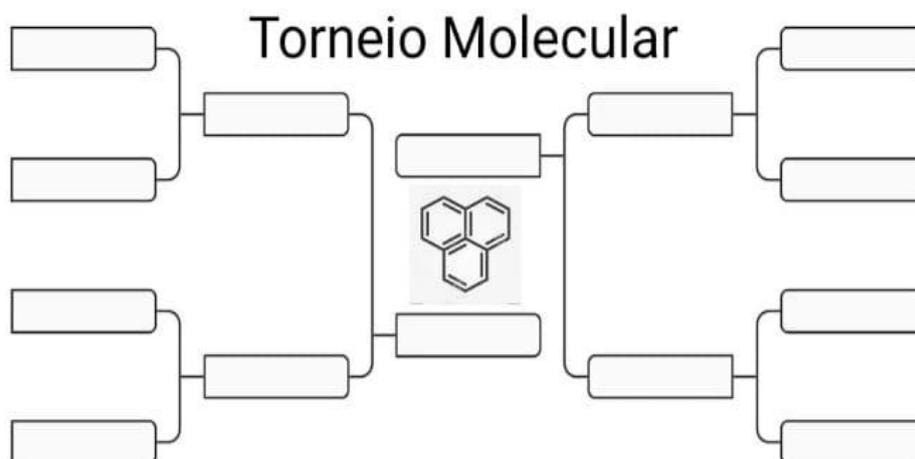
Octaédrica: hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ), (molécula de S na cor amarela, molécula F na cor roxa).

Previamente o professor poderá utilizar este material para auxiliar na aula expositiva em que ele ensinará sobre as geometrias das moléculas e suas angulações, utilizando desse para demonstrar a tridimensionalidade dessas moléculas, permitindo a visualização e a comparação entre essas. Com isso o estudante tem seu primeiro contato com o material.

### **As regras do jogo**

O jogo consiste em um torneio entre os estudantes, em que se propõe agrupá-los entre oito (8) pequenos grupos, distribuídos na chave com o auxílio de um sorteio simples, o torneio será dividido em partes, sendo a primeira parte do torneio as oitavas de final, a segunda parte a semifinal e a última parte a grande final. São disponibilizadas duas caixas contendo vinte e cinco (25) bolinhas em cada uma delas, sendo sete (7) maiores e dezoito (18) menores e com vinte (20) palitos de dente cada. Sugere-se que o professor escreva os seis tipos de geometrias estudadas em papéis iguais e os coloque em um saco para fazer o sorteio. O grupo mais rápido a formar a molécula sorteada ganhará essa rodada, assim se qualificando para a próxima etapa do torneio, até todos os times competirem e for definida a grande final para que possa haver um time vencedor. Posteriormente foram trabalhadas seis questões sobre o tema para verificar se o conteúdo foi assimilado de forma efetiva pelos estudantes.

Figura 2- Tabela de torneio



Fonte: elaborado pelas autoras

Essa tabela pode ser usada como auxílio ao professor para organizar as equipes, podendo ser impressa para que os estudantes também possam ir preenchendo a cada rodada, inicialmente os oito grupos, já organizados, escolhem um nome para seu grupo, escrevem em um papel e entregam ao professor que realizará um sorteio simples ao qual será decidido onde e contra quem o grupo irá disputar (os nomes sorteados devem ser postos em ordem nos retângulos das extremidades), a cada rodada os dois grupos das chaves devem ir à frente da sala aguardar o sorteio do nome da molécula e assim que o professor liberar o grupo deve usar as bolinhas e os palitos disponibilizados na caixa a sua frente para montar a molécula pedida com a geometria correta, o primeiro grupo a realizar corretamente a montagem será o grupo vencedor, isso se repetirá até todos os grupos competirem entre si e assim chegarmos a grande final.

O jogo pode ser repetido pelos estudantes várias vezes, por ser de fácil entendimento e de rápida realização.

### O Jogo "Torneio Molecular" aplicado em sala de aula

O tema Geometria Molecular, por ser abstrato, longe das experiências dos estudantes, tem, conseqüentemente, grande potencial para gerar concepções equivocadas. Ao reconhecer esses pontos frágeis, o professor pode ficar atento e diagnosticar os conceitos desenvolvidos por eles sobre Geometria Molecular e planejar suas ações pedagógicas de forma a tentar superá-los. Com base nesses pressupostos, o jogo "Torneio Molecular" foi utilizado como parte das atividades práticas na disciplina de Química para melhor compreensão e aprendizagem do conteúdo pelos estudantes. A atividade foi desenvolvida com o intuito de elaborar um material lúdico para o ensino

de Química sobre o conteúdo de Geometria Molecular. E, portanto, o jogo intitulado “Torneio Molecular” foi aplicado em novembro de 2022, em uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública do estado de São Paulo, com um total de 23 estudantes, participantes dessa pesquisa.

Primeiramente foi realizada uma aula expositiva com a professora da turma sobre Geometria Molecular, com ênfase nas seis geometrias principais. Durante a aula expositiva foi usado como material de apoio as moléculas em 3D feitas de isopor que compõem o jogo “Torneio Molecular” para melhor visualização do tema e primeiro contato com o material. Posteriormente foi apresentado aos estudantes a realização e aplicação do jogo “Torneio Molecular”, após essa atividade com o jogo didático, eles responderam a um questionário planejado pela pesquisadora, a fim de investigar sobre o impacto deste jogo no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo trabalhado.

### **A Metodologia da Pesquisa**

Conforme Lüdke e André (1986), nossa pesquisa pode ser considerada qualitativa, de natureza aplicada, por tomar como base de investigação estudantes em seu ambiente natural pois, com efeito, neste estudo tivemos como espaço de estudo a sala de aula e seus fenômenos educativos a partir da análise dos efeitos de um recurso didático na aprendizagem de estudantes, em analogia ao que se faz em pesquisas educacionais e em ensino, mediante observação em que o lócus de coleta de dados é a sala de aula e seu foco a ação educativa.

Inicialmente houve a organização e planejamento do conteúdo estudado no primeiro ano do Ensino Médio a partir da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), para a escolha do tema, assim foi escolhido a Geometria Molecular devido a dificuldade da visualização da molécula em 3D pelos estudantes.

Posteriormente elaborou-se o jogo didático “Torneio Molecular”, um jogo que propõe agilidade nas respostas e raciocínio rápido, um material didático que requer que os participantes estudem o conteúdo de Geometria Molecular (PEDROSO e ROCHA, 2023). Em seguida, este foi aplicado a 23 estudantes do 1º ano do Ensino Médio, de uma escola pública da cidade de Fartura (SP). Os dados referentes à aplicação foram coletados por meio de vídeo gravações e um questionário com seis perguntas, sendo duas sobre o uso de jogos pelos estudantes, três sobre o conteúdo e uma última, que tinha por intuito buscar a opinião do estudante sobre do produto educacional. Seguem as questões que foram feitas aos participantes.

- 1- Já haviam usado jogos didáticos no Ensino Médio?  
**Pergunta aberta.**
- 2- Já haviam estudado Geometria Molecular sem o uso de jogos? Caso a resposta seja sim, achou que o jogo te favoreceu no aprendizado?  
**Pergunta aberta.**
- 3- O hidrogênio faz quantas ligações e por quê?  
**O hidrogênio faz apenas uma ligação, pela sua configuração eletrônica.**
- 4- Quais as geometrias moleculares que possui elétrons livres?  
**Apenas a geometria angular e a piramidal.**
- 5- Cite as seis geometrias moleculares estudadas.  
**Geometria linear, angular, trigonal plana, piramidal, tetraédrica e octaédrica.**
- 6- Qual sua opinião sobre o jogo aplicado?  
**Pergunta aberta.**

Para a análise dos dados referente ao questionário aplicado aos estudantes do Ensino Médio, utilizou-se a análise de conteúdo, segundo Bardin (2011), a técnica da análise de conteúdo apresenta três fases: 1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A pré-análise consiste em uma fase de organização, que pode se baseada em procedimentos como a leitura, a formulação de objetivos e hipóteses e o desenvolvimento de indicadores para fundamentar a interpretação final.

A exploração do material compreende a codificação dos dados a partir das unidades de registro. Estas podem ser palavras, conjunto de palavras ou temas.

A terceira fase se refere ao tratamento dos resultados, interpretação final, em que se realiza também a categorização que consiste na classificação dos elementos constitutivos de um conjunto conforme suas semelhanças e por diferenciação. Tal agrupamento é realizado devido às características comuns desses elementos.

Assim, a pesquisa desenvolvida, caracteriza-se de natureza qualitativa, já que a coleta de dados provém da observação participante e da interação entre pesquisador/pesquisado. Lüdtke, André (1986), afirmam que a utilização desse tipo de pesquisa é uma técnica de investigação qualitativa adequada ao investigador que pretende compreender um fenômeno que lhe é exterior e que vai permitir integrar-se nas atividades das pessoas que nele vivem, a viabilizar o contato pessoal do pesquisador com o objeto de investigação, permitindo acompanhar as experiências diárias dos sujeitos e apreender o significado que atribuem à realidade e às suas ações.

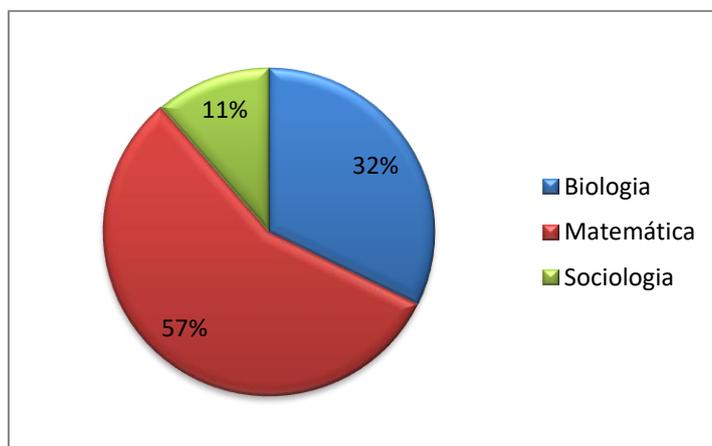
### Análise dos resultados

No início da aula, a turma ficou em silêncio. De fato, a maioria das pessoas estava prestando atenção à explicação, entretanto aos poucos percebemos que perderam o interesse. Contudo, no momento em que a docente responsável pela aplicação do jogo explicou que participariam de um jogo didático, os estudantes se entusiasmaram e se mostraram muito interessados em participar do mesmo. Apesar de parecer bastante simples, o jogo se mostrou desafiador, pois além de saber qual geometria correspondia ao nome da molécula dada na questão, o discente ainda precisava ser mais rápido que os demais em distinguir e montar a molécula. O anseio em realizar rapidamente e corretamente esses desafios foi o que impulsionou interação entre os integrantes de cada grupo. O fato de o conteúdo de Geometria Molecular exigido no jogo ter sido inicialmente explicado em sala somado à oportunidade que tiveram de utilizar o material do jogo como recurso didático na aula teórica fez com que os estudantes se sentissem capazes de competir no torneio e posteriormente responderem ao questionário sugerido.

Após a realização do jogo (PEDROSO e ROCHA, 2023), houve a aplicação do questionário, em que se pode contar com a participação de 23 estudantes. Os quais nominamos como E1 (estudante 1), E2 (estudante 2), ..., E22 (estudante 22) e E23 (estudante 23).

Assim, na questão inicial, quando perguntados se já haviam participado de algum jogo didático no Ensino Médio, 13 estudantes disseram que sim (60%) e 10 estudantes responderam que não (40%). Dos estudantes que disseram sim, foram questionadas em quais disciplinas tiveram essa experiência e as citadas foram Biologia (4), Matemática (7) e Sociologia (2), conforme mostra o gráfico da figura 3.

**Figura 3-** Gráfico das disciplinas que utilizaram jogos didáticos.



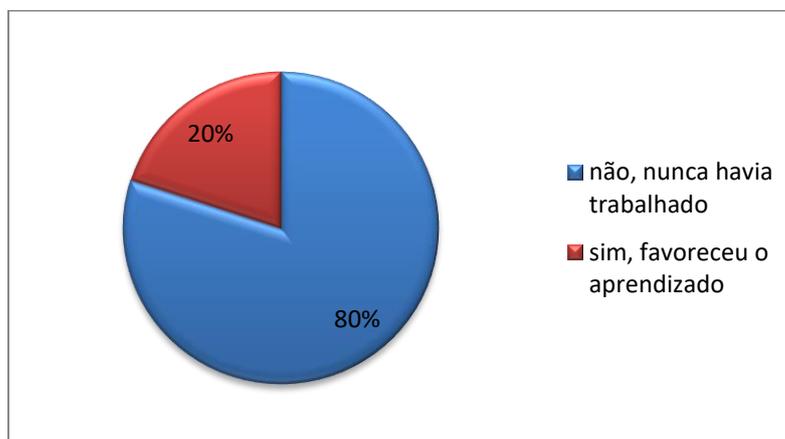
Fonte: Pedroso e Rocha (2023)

Assim como verificado em Pedroso e Rocha (2023), as respostas dos estudantes ratificam que os jogos didáticos ainda são pouco utilizados na Educação Básica, visto que dentre os 60% que

afirmaram terem alguma experiência com jogos elencaram apenas três disciplinas em que esses foram trabalhados, o que nos permite inferir sobre a escassez da utilização desse recurso didático no processo de ensino e aprendizagem, já que reafirmamos a importância das atividades lúdicas serem utilizadas nas mais diversas disciplinas. Para tanto, cabe ao professor ter o domínio do jogo escolhido e estabelecer os objetivos educacionais que se pretende alcançar, para então aliá-los aos conteúdos disciplinares no sentido de obter resultado satisfatório (PEDROSO, 2009).

Ainda em Pedroso e Rocha (2023), quando indagados a respeito da utilização de jogos didáticos no estudo de Geometria Molecular e se isso havia favorecido o seu aprendizado, 18 estudantes (80%) disseram que nunca haviam utilizado esse recurso, e apenas 5 estudantes (20%) afirmaram que já utilizaram e que favoreceu seu aprendizado. A exemplo da resposta do E5, *“(...)porque você consegue observar e ver exemplos do assunto”*. Fica evidente que esse recurso didático corrobora com o aprendizado do conteúdo, o que também é pontuado por Campos, Bortoloto e Felício (2003) ao considerarem a apropriação de conceitos e a aprendizagem significativa de conhecimentos facilitada quando tomam a forma aparente de atividade lúdica. A figura 4 mostra o gráfico referente à utilização de jogos pelos participantes da pesquisa.

**Figura 4-** Gráfico referente à utilização de jogos didáticos em Geometria Molecular



Fonte: Pedroso e Rocha (2023)

As três perguntas seguintes foram feitas pra analisar o quanto o conteúdo foi aprendido pelos estudantes.

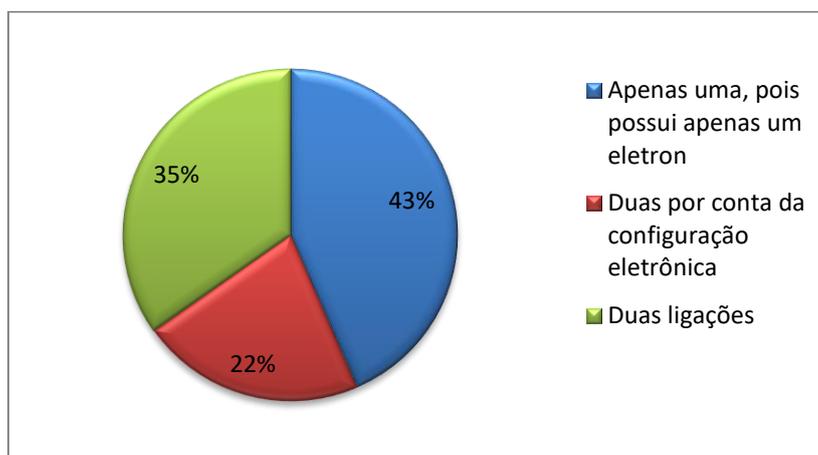
No quadro 1 e na figura 5 temos os índices das respostas dos estudantes a respeito da primeira pergunta: quantas ligações o hidrogênio faz e por que.

**Quadro 1-** Categorias das respostas dos estudantes para a primeira questão

Categorias (respostas)	Apenas uma ligação, pois possui apenas um elétron.	Duas ligações por conta da configuração eletrônica.	Duas ligações (sem justificativa)
Numero de estudantes	10	5	8
Porcentagem (%)	43%	22%	35%

Fonte: Pedroso e Rocha (2023)

**Figura 5-** Gráfico das respostas em categorias referentes à primeira questão.



Fonte: Pedroso e Rocha (2023)

Com base no quadro 1 e na figura 5 é possível afirmar que 57% dos estudantes ainda responderam de forma errada, mesmo após o jogo, o motivo pode ser variado, o estudante pode apenas não ter entendido verdadeiramente a questão ou então ter se apoiado nas imagens de livros didáticos já vistas e consolidadas por eles e assim ter deduzido que o hidrogênio faz duas ligações, a exemplo de uma molécula de água, tão conhecida por eles, o que possa ter causado esse engano, hipoteticamente é possível inferir que estes estudantes poderiam ter recorrido mentalmente à imagem do  $H_2O$  tão comum a eles, porém independente do motivo causador desse “erro” ou “obstáculo epistemológico” essas dificuldades podem ser observadas e sanadas pelo professor com o auxílio do jogo e do questionário. Desta forma, propõe-se veicular o trabalho com estes recursos didáticos repetidas vezes, sendo possível propor aos estudantes justificativas para suas respostas, instigando argumentações a partir de suas resoluções, a oportunizar momentos de reflexão sobre seus pensamentos e ações (a lógica de seu raciocínio), a fim de sistematizar o conhecimento científico..

Quanto aos estudantes que acertaram a questão há indícios em suas respostas de que tenham correlacionado o estudo anterior sobre distribuição eletrônica com a configuração eletrônica tão usada na geometria molecular.

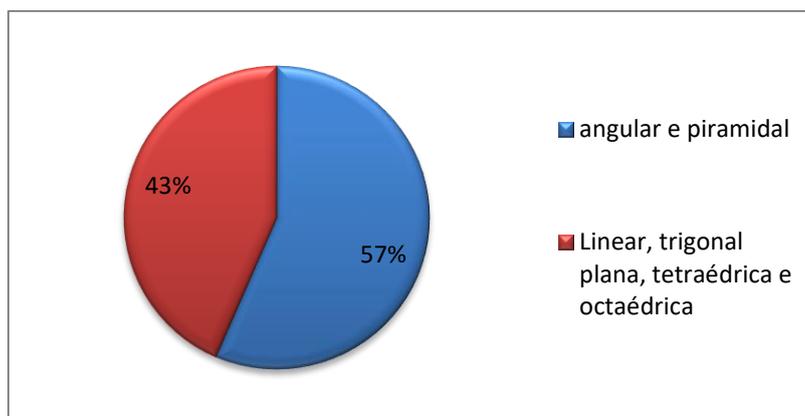
Na segunda questão que questionava sobre quais as geometrias moleculares que possuem elétrons livres, 13 responderam de forma correta “angular e piramidal”, e 10 responderam “linear, trigonal plana, tetraédrica e octaédrica”, conforme explicitado no quadro dois e na figura 6.

**Quadro 2-** Respostas categorizadas para a segunda questão

Categorias	Angular e piramidal	Linear, trigonal plana, tetraédrica e octaédrica
Número de estudantes	13	10
Porcentagem (%)	57%	43%

Fonte: Pedroso e Rocha (2023)

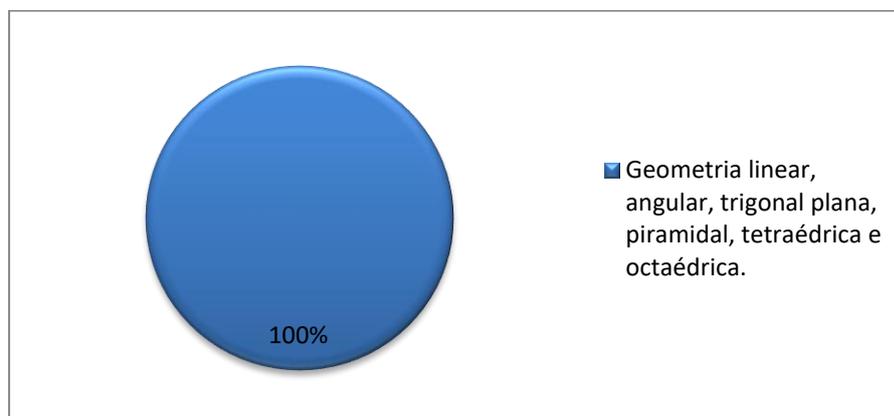
**Figura 6-** Gráfico das respostas em categoria referentes à segunda questão.



Fonte: Pedroso e Rocha (2023)

A terceira questão sobre o tema foi focada no objetivo principal da aula que questionava as seis geometrias moleculares mais relevantes, as mesmas estudadas nesta pesquisa por intermédio do jogo didático como recurso. Vale ressaltar que esse resultado nos surpreendeu, devido ao fato dos estudantes terem demonstrado dificuldades nas questões anteriores, e de forma diferente para essa questão as respostas adequadas cientificamente foram unânimes, assim os 23 estudantes lembraram-se das seis geometrias estudadas e pontuaram sua utilização no jogo didático, mostrando que este recurso cumpriu com o seu principal objetivo e de forma ampla ao proporcionar o reconhecimento e compreensão de conceitos trabalhados, já que todos participantes responderam satisfatoriamente a essa proposição conforme mostra a figura 7.

**Figura 7-** Gráfico das respostas.



**Fonte:** Pedroso e Rocha (2023)

Na última pergunta em que os estudantes opinaram sobre o jogo aplicado, Pedroso e Rocha (2023) apontam que novamente obtivemos uma unanimidade, pois todos afirmaram ter gostado do jogo, tendo variações como E21 “*Legal*”, E4 “*Gostei muito, pois pode melhorar a interação entre os estudantes*”, e ainda expressões como de E23 “*Amei, ajuda a memorizar*”. Corroborando com Campo (2003); Fortuna (2000); Pedroso (2009) e Miranda (2002) quando afirmam que o jogo é um recurso didático que une ludicidade e cognição, proporcionando a aproximação entre estudante e conhecimento, principalmente aqueles de caráter mais abstratos, de modo a favorecer aspectos como motivação, raciocínio, argumentação e interação. Esse *feedback* demonstra que os estudantes gostaram de participar e de jogar, corroborando a ideia de que o trabalho pedagógico com os jogos didáticos auxiliam e são eficazes para o processo de ensino e aprendizagem, pois alia o ensino com o lúdico.

Em relação às críticas, abertas pela pesquisadora a estes estudantes, questionaram se não poderiam jogar novamente para realizar a dinâmica repetidas vezes com a intenção de chegar à final ou até vencer o jogo, sendo estes aqueles que ainda não tiveram a oportunidade de ganhar desta vez. Fato que demonstra o quanto eles se implicaram com esse produto educacional no sentido de se envolverem com o conhecimento científico e com o desejo de conquista, exercitando a possibilidade de ganhar ou perder face ao trabalho em grupo.

Devido ao jogo ser de fácil aplicação e os estudantes gostarem e aderirem ao material no sentido de reivindicarem outras experiências com este recurso, acreditamos que a reaplicação poderia se tornar cada vez mais efetiva, considerando que eles já puderam conhecer as moléculas e a funcionalidade do jogo, somado ao fato de que o professor teve conhecimento das dificuldades

pontuais dos estudantes. Portanto, conclui-se que o trabalho pedagógico com os jogos no ensino das diversas áreas do conhecimento pode ser promissor para o processo de ensino e aprendizagem, com potencial para avaliação diagnóstica, processual, ou ainda como avaliação final, a qual o professor poderá verificar se os estudantes compreendem os conceitos, o quanto e como os compreendem, sendo possível verificar e replanejar o ensino a qualquer momento destas avaliações, considerando aquilo que não foi compreendido pelos estudantes no sentido de explorar de uma forma mais efetiva tais conceitos. Desta forma, acreditamos que o jogo pode se tornar uma ferramenta educacional promissora, especialmente quando permite aos professores mediar os conteúdos científicos de maneira dinâmica e lúdica, atraindo a atenção dos estudantes e, por consequência, seu interesse em aprender.

### **Considerações Finais**

A exemplo dos resultados obtidos nessa pesquisa que veiculou uma prática de ensino e aprendizagem a partir de uma pesquisa de iniciação científica envolvendo as autoras desse artigo e uma turma do Ensino Médio, é possível concluir que os 23 estudantes que estiveram em contato com o jogo, puderam participar ativamente das atividades propostas e interagiram entre si, com a professora e com o conteúdo de Geometria Molecular, aprendendo de forma efetiva. Os resultados indicaram que a aplicação do material se mostrou eficaz dentro da sua proposta, uma vez que por meio do jogo os estudantes puderam visualizar de forma clara e concreta aquilo que na maioria das aulas de Geometria Molecular é trabalhado de maneira abstrata e sem possibilidade de visualização em 3D.

De acordo com Pedrosa e Rocha (2023) apesar das limitações que o jogo possui, como o não esclarecimento de todas as dúvidas, o recurso apresentou contribuições ao ensino dos conceitos básicos da Geometria Molecular, se mostrando um item facilitador do processo de ensino e aprendizagem, atraindo e permitindo que os próprios estudantes fizessem o manuseio das moléculas durante o jogo. Desta forma, reforçamos que a participação dos estudantes tornou a aula dinâmica e a realização da atividade de jogar os permitiu aprender tais conceitos químicos.

Os jogos assim como qualquer outro recurso didático, não podem ser utilizados para substituir a ação docente frente ao conhecimento científico, contudo são instrumentos potenciais em sua prática de ensino. Dessa forma vale ressaltar que somente as aplicações destes recursos não garantem a aprendizagem do conteúdo, é fundamental e primordial que haja a mediação docente nesse processo, que de forma planejada coloca em ação uma dinâmica de trabalho pedagógico de modo a permitir a transposição didática do conteúdo científico para o conteúdo escolar contextualizado às demandas dos estudantes. Assim pode explorar os conteúdos escolares antes

ou após o trabalho com o jogo, ou ainda explorar o conteúdo durante todo trabalho com o recurso didático, a exemplo dessa pesquisa em ensino com o jogo “Torneio Molecular”.

Mediante a análise dos resultados obtidos podemos inferir que a introdução dos jogos lúdicos no ensino de Química e, em especial, ao conteúdo de Geometria Molecular, no qual este artigo se refere, pode se configurar em uma ferramenta promissora para o processo de aprendizado dos estudantes, uma vez que teriam a oportunidade de se implicarem com o conhecimento, facilitando a compreensão de conceitos científicos no sentido de contribuir para uma aprendizagem significativa e, portanto, na melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

### Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro da Fundação Araucária (FA), pela bolsa concedida mediante o Programa Institucional de Bolsas em Iniciação Científica e Tecnológica (PIBIC) e à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

### Referências

- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. 3ª ed. Editora Contraponto, 2002.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Editora Contraponto, 1996.
- BAPTISTA, Mónica Luísa Mendes. **Concepção e implementação de actividades de investigação**: um estudo com professores de física e química do ensino básico. 2010. Tese (Doutorado em Educação Didáctica das Ciências) - Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, Lisboa, 2010.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. Caderno dos Núcleos de Ensino. **Revista Vivência em Ensino de Ciência**, Vol 3, p.35-48, 2003.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino por investigação**: problematizando as atividades em sala de aula. Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática, São Paulo: 2006.
- CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica**: Questões e Desafios Para a Educação. 4ª ed. Ijuí: Unijuí, 2006.
- CUNHA, Marcia Borin da. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, Vol. 34, n. 2, p. 92 – 98, 2012.

GOMES, Henrique José Polato; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura de. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências na concepções de átomos. **Ciência & Cognição**, Vol. 12, p. 96 – 109, nov., 2007;

LIMA FILHO, Francisco; CUNHA, Francisca; CARVALHO, Flavio; SOARES, Maria da Fatima. A importância do uso de recursos didáticos alternativos no ensino de química: uma abordagem sobre novas metodologias. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, Vol 7, n. 12, p. 166 – 172, 2011.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARTINS, Malena Gomes; FREITAS, Geraldo Fernando Gonçalves de; VASCONCELOS, Pedro Hermano Menezes de. A Dificuldade dos estudantes na visualização de moléculas em três dimensões no ensino de Geometria Molecular. **Conexão Ciência e Tecnologia**. Fortaleza/CE, Vol 14, n. 3, p. 45 - 53, jul. 2020.

MELZER, Ehrick Eduardo Martins; CASTRO, Leandro de; AIRES, Joanez Aparecida ; GUIMARÃES, Orliney Maciel. Modelos atômicos nos livros didáticos de química: obstáculos à aprendizagem. **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciência**, Florianópolis; nov., 2009;

PEDROSO, Carla Vargas. Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático. **Anais do IX Congresso Nacional de Educação**. Curitiba-Brasil, 2009.

PEDROSO, Isadora Heloísa; ROCHA, Zenaide de F. D. C. Ensino da Química a partir do jogo “Torneio Molecular” com estudantes do 1º ano do Ensino Médio. **Anais do XIII Seminário de Extensão e Inovação & XXVIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR (resumo expandido)**. Ponta Grossa-PR, 2023.

PICHETH, Sara Fernandes; CASSANDRE, Marcio Pascoal; THIOLENT, Michel Jean Marie. Analisando a pesquisa-ação à luz dos princípios intervencionistas: um olhar comparativo. **Educação**, v. 39, n.4, p. 3-13, 2016.

SEBATA, Claudio Ernesto. **Aprendendo a imaginar moléculas: uma proposta de ensino de Geometria Molecular**. Tese (Doutorado) — UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasília, 2006.