


**ANÁLISE DOS DESAFIOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DOS
CONTEÚDOS SOBRE ÁTOMOS EM QUÍMICA**

**ANALYSIS OF THE CHALLENGES IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS OF THE
CONTENTS ON ATOMS IN CHEMISTRY**

**ANÁLISIS DE LOS DESAFÍOS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL
CONTENIDOS SOBRE ÁTOMOS EN QUÍMICA**

 <https://doi.org/10.56238/arev8n4-013>

Data de submissão: 08/03/2026

Data de publicação: 08/04/2026

Rui de Noronha Paulo

Mestre em Ensino da Química

Instituição: ISCED-Huíla, Complexo Escolar (CE), Ordem dos Químicos de Angola (OQA)

E-mail: rui.noronha2paulo@gmail.com.

RESUMO

O ensino da Química no I Ciclo do Ensino Secundário desempenha um papel essencial na formação científica dos alunos, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a compreensão dos fenómenos naturais. Entre os conteúdos abordados nesta disciplina, o estudo dos átomos assume especial relevância, por constituir a base para a compreensão de diversos conceitos químicos subsequentes. No entanto, trata-se de um conteúdo caracterizado por elevado nível de abstração, o que frequentemente dificulta o processo de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, a presente investigação tem como objetivo analisar os desafios que influenciam o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos sobre átomos em Química na 8.^a Classe do I Ciclo do Ensino Secundário, no município do Lubango. A pesquisa é de natureza descritiva, com abordagem mista, recorrendo à aplicação de questionários a professores, bem como à observação pedagógica realizada no âmbito da Zona de Influência Pedagógica (ZIP). Os resultados evidenciam que o ensino dos conteúdos sobre átomos é marcado, predominantemente, pela utilização de metodologias tradicionais, centradas na exposição verbal do professor, com reduzida diversidade de recursos didáticos. Além disso, constata-se dificuldades significativas por parte dos alunos na compreensão dos conceitos fundamentais relacionados ao estudo dos átomos. Tais desafios são agravados por limitações infraestruturais, escassez de materiais didáticos e insuficiente formação pedagógica contínua dos docentes. Conclui-se que a superação desses desafios requer a adoção de metodologias ativas de ensino, a valorização de recursos didáticos inovadores e o investimento na formação contínua dos professores, visando à melhoria da qualidade do ensino da Química e da aprendizagem dos conteúdos sobre átomos.

Palavras-chave: Desafios. Ensino da Química. Átomos.

ABSTRACT

Chemistry teaching in the first cycle of secondary education plays a crucial role in students' scientific training, contributing to the development of critical thinking and the understanding of natural phenomena. Among the topics covered in this discipline, the study of the atoms is particularly relevant, as it forms the foundation for the comprehension of various subsequent chemical concepts. However, it is a highly abstract topic, which often complicates the teaching and learning process. In this context, the present study aims to analyze the challenges that influence the teaching and learning

process of the atomic contents in Chemistry for 8th-grade students in the first cycle of secondary education in the municipality of Lubango. The research is descriptive in nature, using a mixed-methods approach, including questionnaires applied to teachers and pedagogical observations conducted within the Pedagogical Influence Zone (ZIP). The results show that the teaching of atomic contents is predominantly marked by traditional methodologies, centered on verbal exposition by the teacher, with limited diversity of teaching resources. Furthermore, significant difficulties are observed among students in understanding fundamental concepts related to the study of atoms. These challenges are exacerbated by infrastructural limitations, scarcity of teaching materials, and insufficient ongoing pedagogical training for teachers. It is concluded that overcoming these challenges requires the adoption of active teaching methodologies, the promotion of innovative teaching resources, and investment in continuous teacher training, aiming to improve the quality of Chemistry teaching and the learning of atomic contents.

Keywords: Challenges. Chemistry Teaching. Atoms.

RESUMEN

La enseñanza de la Química en el primer ciclo de la educación secundaria desempeña un papel esencial en la formación científica de los estudiantes, contribuyendo al desarrollo del pensamiento crítico y a la comprensión de los fenómenos naturales. Entre los contenidos abordados en esta disciplina, el estudio del átomos es particularmente relevante, ya que constituye la base para la comprensión de diversos conceptos químicos posteriores. Sin embargo, se trata de un contenido altamente abstracto, lo que frecuentemente dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo analizar los desafíos que influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenidos sobre átomos en Química en los estudiantes de 8.^a clase del primer ciclo de educación secundaria en el municipio de Lubango. La investigación es de carácter descriptivo, con un enfoque mixto, recurriendo a la aplicación de cuestionarios a docentes, así como a la observación pedagógica realizada en el ámbito de la Zona de Influencia Pedagógica (ZIP). Los resultados evidencian que la enseñanza del contenidos sobre átomos está marcada, predominantemente, por la utilización de metodologías tradicionales, centradas en la exposición verbal del docente, con una limitada diversidad de recursos didácticos. Además, se constatan dificultades significativas por parte de los estudiantes en la comprensión de los conceptos fundamentales relacionados con el estudio de los átomos. Tales desafíos se ven agravados por limitaciones infraestructurales, escasez de materiales didácticos y una insuficiente formación pedagógica continua de los docentes. Se concluye que la superación de estos desafíos requiere la adopción de metodologías activas de enseñanza, la valorización de recursos didácticos innovadores y la inversión en la formación continua de los docentes, con el objetivo de mejorar la calidad de la enseñanza de la Química y el aprendizaje del contenidos sobre átomos.

Palabras clave: Desafíos. Enseñanza de la Química. Átomos.

1 INTRODUÇÃO

O ensino da Química desempenha um papel fundamental na formação científica dos alunos, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico, da capacidade analítica e da compreensão dos fenômenos naturais que envolvem transformações da matéria (KELLY & JONES, 2020). Essa disciplina vai além da memorização de conceitos, exigindo que os estudantes construam conhecimento científico de forma significativa, desenvolvendo competências essenciais para compreender e interagir com problemas científicos e tecnológicos contemporâneos.

Entre os conteúdos abordados no I Ciclo do Ensino Secundário, o estudo dos átomos assume especial relevância, pois constitui a base para a compreensão de diversos conceitos químicos subsequentes, como ligações químicas, reações químicas e propriedades da matéria (GARCÍA-CARMONA & ACEVEDO, 2019; NAKHLEH, 2021). Apesar de sua importância, trata-se de um conteúdo caracterizado por elevado nível de abstração, envolvendo conceitos microscópicos não diretamente observáveis, o que frequentemente dificulta o processo de ensino-aprendizagem, gerando dificuldades de compreensão, baixo rendimento acadêmico e desmotivação dos alunos. Em contextos educativos marcados por limitações estruturais e metodológicas, como ocorre em muitas escolas angolanas, esses desafios tornam-se ainda mais evidentes (KAFUANDA, 2021).

Diversos estudos indicam que a persistência de práticas pedagógicas tradicionais, centradas na transmissão de conteúdos e na memorização, tem contribuído significativamente para a percepção da Química como uma disciplina difícil, abstrata e distante da realidade dos alunos (ALMEIDA et al., 2022; FERREIRA & DIAS, 2023). Esse modelo de ensino encontra fundamentos na concepção empirista de John Locke, segundo a qual o aluno é concebido como uma tabula rasa, cabendo ao professor o papel central de transmissor do conhecimento (FUENTES, 2020). No entanto, tal abordagem apresenta limitações evidentes no ensino da Química, pois reduz a participação ativa do aluno e dificulta o desenvolvimento do pensamento crítico, da reflexão e da compreensão conceitual profunda.

Embora o modelo tradicional tenha desempenhado e continue a desempenhar um papel relevante no contexto educativo, hoje ele mostra-se insuficiente, por si só, para responder às exigências do aluno contemporâneo (PAULO & SAKUKUMA, 2025).

Em contraposição a esse modelo, emergem correntes pedagógicas contemporâneas que colocam o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem. O construtivismo, fundamentado nas ideias de Jean Piaget, defende que o conhecimento é construído a partir da interação do sujeito com o objeto de estudo, sendo a aprendizagem resultado de um processo ativo e dinâmico (PIAGET, 2013). Nessa perspectiva, o ensino da Química deve promover situações que estimulem a ação, a

investigação e a reflexão, favorecendo a construção progressiva dos conceitos científicos (SANTOS & ARAÚJO, 2023).

Complementarmente, a teoria sociointeracionista de Lev Vygotsky enfatiza o papel das interações sociais no desenvolvimento cognitivo, defendendo que a aprendizagem ocorre de forma mais eficaz quando mediada pelo professor ou por pares mais experientes, no âmbito da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) (MARTINS, 2022). Essa abordagem destaca a importância de estratégias pedagógicas colaborativas, capazes de apoiar os alunos na superação de dificuldades conceituais, particularmente em conteúdos complexos e abstratos.

No campo específico da educação em Química, a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel constitui um referencial teórico fundamental. Segundo essa teoria, a aprendizagem ocorre de forma significativa quando os novos conhecimentos se relacionam, de maneira não arbitrária, com os conhecimentos prévios do aluno, promovendo a compreensão em detrimento da simples memorização (OLIVEIRA et al., 2021; SANTOS & PEREIRA, 2023). Contudo, investigações recentes indicam que muitos alunos mantêm concepções alternativas sobre os átomos e a estrutura da matéria mesmo após longos períodos de instrução, evidenciando fragilidades nos processos de ensino adotados (GARCÍA & TORRES, 2024).

No contexto angolano, essa problemática é agravada pela escassez de recursos laboratoriais e tecnológicos, pela limitada formação contínua dos professores e pela reduzida implementação de metodologias ativas, fatores que favorecem a dependência quase exclusiva de aulas teóricas e expositivas (KAFUANDA, 2021). Estudos recentes apontam que a ausência de estratégias pedagógicas inovadoras contribui significativamente para a desmotivação dos alunos e para o insucesso escolar nas Ciências (SILVA et al., 2024).

Dessa forma, o ensino dos conteúdos sobre átomos na 8.^a Classe do I Ciclo do Ensino Secundário apresenta desafios persistentes, manifestados no baixo nível de compreensão dos alunos, na desmotivação para a aprendizagem da Química e na predominância de práticas pedagógicas tradicionais. Essa situação está associada ao elevado grau de abstração do tema, à escassez de recursos didáticos e à limitada utilização de metodologias ativas por parte dos professores.

Diante desse contexto, a presente investigação busca analisar os desafios que influenciam negativamente o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos sobre átomos na 8.^a Classe do I Ciclo do Ensino Secundário de algumas escolas sedeadas no município do Lubango. Espera-se que os resultados forneçam subsídios para a adoção de metodologias ativas, valorização de recursos didáticos inovadores e investimento na formação contínua dos professores, promovendo um ensino da Química mais eficaz, significativo e alinhado com as necessidades dos alunos.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como descritiva, com abordagem quantitativa e qualitativa. A escolha do estudo descritivo justifica-se pelo fato de este tipo de investigação permitir identificar, organizar e analisar os principais desafios, a partir das opiniões e percepções dos professores, sem manipulação das variáveis estudadas, proporcionando um retrato detalhado da realidade do ensino dos conteúdos sobre átomos no I Ciclo do Ensino Secundário. Este delineamento é adequado quando se pretende compreender a ocorrência de fenômenos e descrever padrões de comportamento ou práticas pedagógicas, contribuindo desta feita para a identificação de desafios e necessidades de intervenção educativa (GIL, 2008; SAMPIERI et al., 2013).

A utilização de uma abordagem mista, quantitativa e qualitativa, visa integrar os pontos fortes de ambos os paradigmas. A abordagem quantitativa possibilita mensurar e quantificar aspectos do ensino, tais como a frequência de uso de metodologias ativas, percepções sobre dificuldades dos alunos e cumprimento do currículo, oferecendo dados estruturados que podem ser analisados estatisticamente. Por outro lado, a abordagem qualitativa permite aprofundar a compreensão das experiências e opiniões dos professores, explorando nuances, motivações e interpretações que não seriam captadas apenas por meio do questionário estruturado (CRESWELL & PLANO, 2018).

O estudo contou com a participação de 16 professores de Química, que lecionam a 8ª Classe em diferentes escolas do I Ciclo do Ensino Secundário do município do Lubango. A seleção dos participantes foi realizada de forma intencional, considerando-se a atuação direta dos docentes no nível de ensino e nos conteúdos em análise, garantindo que os dados coletados fossem relevantes e representativos do fenômeno estudado. Quanto aos procedimentos de recolha de dados, utilizaram-se: Observação pedagógica, realizada durante os encontros da Zona de Influência Pedagógica (ZIP), com o propósito de verificar a implementação de inovações pedagógicas relacionadas com os conteúdos em estudo, e um questionário estruturado composto por seis itens, sendo quatro questões fechadas organizadas em escala de Likert, uma questão fechada dicotômica e uma questão fechada politômica, permitindo obter dados quantitativos sobre práticas docentes, percepções e desafios enfrentados. Os dados qualitativos foram analisados de forma interpretativa, possibilitando identificar padrões, categorias e significados emergentes das respostas dos professores, enquanto os dados quantitativos foram tratados por meio da estatística descritiva, utilizando-se média (\bar{X}), desvio-padrão (DP), frequência relativa, mínimo e máximo. Para esses cálculos, recorreu-se às ferramentas estatísticas Excel e SPSS da IBM, versão 20, garantindo precisão e confiabilidade na análise dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As observações realizadas no âmbito da ZIP evidenciam que ainda persiste uma reduzida implementação de estratégias ativas no ensino de conteúdos abstratos, como o estudo dos átomos. Este achado revela a predominância de práticas pedagógicas tradicionais, centradas na transmissão de conteúdos, em detrimento de abordagens que promovam a participação ativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. Os professores concentram-se, sobretudo, na resolução de exercícios e na distribuição dos conteúdos ao longo do calendário letivo, sendo frequentemente pressionados a cumprir rigidamente o programa mensal, evidenciando a predominância de um modelo tradicional de ensino.

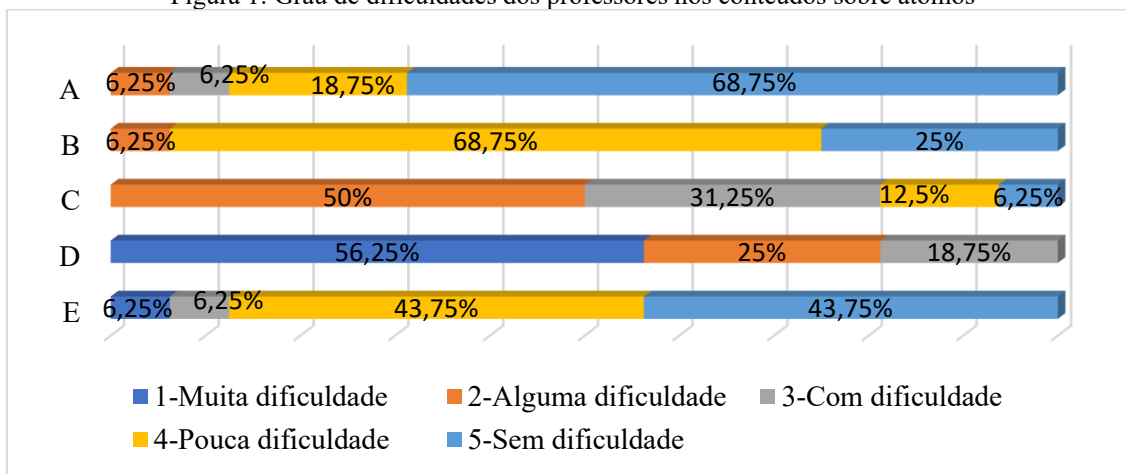
Tal realidade corrobora os estudos de MARTIN et al. (2023), os quais demonstram que a ausência de metodologias ativas no ensino das ciências compromete significativamente o envolvimento cognitivo dos alunos, sobretudo em temas que exigem elevado nível de abstração e modelização conceitual. De igual modo, CEDEÑO et al. (2022) defendem que metodologias pouco inovadoras reduzem a motivação intrínseca dos alunos, limitando o desenvolvimento do pensamento científico, da curiosidade investigativa e da capacidade de resolução de problemas.

Autores mais recentes reforçam que estratégias ativas, como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), jogos didáticos, modelagem molecular e experimentação orientada, favorecem a compreensão de conceitos microscópicos, como a estrutura atômica, ao estabelecer ligações entre teoria, prática e contexto do aluno (FREEMAN et al., 2020; PRINCE & FELDER, 2021). A não adoção dessas estratégias pode resultar em aprendizagem mecânica, superficial e pouco significativa, especialmente no ensino da Química.

Além disso, estudos atuais indicam que ambientes de aprendizagem pouco interactivos tendem a gerar desmotivação e dificuldades persistentes na assimilação de conceitos científicos fundamentais, afectando negativamente o desempenho académico e o interesse dos alunos pelas ciências (OECD, 2023). Assim, os achados observados na ZIP evidenciam a necessidade urgente de reorientação metodológica, com vista à integração sistemática de estratégias ativas e inovadoras que promovam uma aprendizagem significativa e o desenvolvimento integral do aluno.

Relativamente aos resultados do questionário aplicado, a questão 1 teve como objetivo identificar os conteúdos em que os professores apresentaram maiores dificuldades no tratamento do tema átomos.

Figura 1: Grau de dificuldades dos professores nos conteúdos sobre átomos



Fonte: Dados da pesquisa (2026)

A análise dos resultados evidencia diferenças significativas quanto ao grau de dificuldade apresentado pelos professores em relação aos diversos conteúdos associados ao ensino dos átomos. Em termos de moda, isto é, da resposta mais frequente, os dados da figura 1 indicam que o conceito de átomo (A) foi predominantemente classificado no nível “5 – Sem dificuldade”, enquanto a constituição dos átomos e os modelos atômicos (B) se concentrou no nível “4 – Pouca dificuldade”. Em contrapartida, o conteúdo referente ao raio atômico e ao raio iônico (D) destacou-se negativamente, sendo maioritariamente classificado no nível “1 – Muita dificuldade”.

O fato de 81,25% dos professores terem indicado as categorias “1 – Muita dificuldade” e “2 – Alguma dificuldade” para o conteúdo relacionado ao raio atômico e ao raio iônico, associado a um valor médio baixo ($\bar{X} = 1,63$) e a um desvio-padrão reduzido ($DP = 0,806$), aponta para uma dificuldade generalizada nesse tópico.

De forma semelhante, o conteúdo referente à organização dos elétrons no átomo (C) apresentou um nível considerável de dificuldade, evidenciado pela predominância de respostas nos níveis “2 – Alguma dificuldade” e “3 – Com dificuldade”, totalizando uma percentagem acumulada de 81,25%, além de um valor médio intermediário ($\bar{X} = 2,75$; $DP = 0,931$). Segundo a literatura, tais dificuldades decorrem da necessidade de articular modelos teóricos, representações simbólicas e fenômenos microscópicos, o que demanda do professor domínio conceitual e o uso de estratégias didáticas adequadas (CEDENÑO et al., 2022).

Em contraste, o conceito de átomo (A) apresentou o menor grau de dificuldade, com uma percentagem acumulada de 87,5% nas categorias “4 – Pouca dificuldade” e “5 – Sem dificuldade”, além de um valor médio elevado ($\bar{X} = 4,50$). Esse achado pode ser explicado pelo caráter introdutório

do conceito, amplamente trabalhado ao longo da formação docente e frequentemente abordado de maneira descritiva e contextualizada, o que facilita seu ensino (OECD, 2023).

Os demais conteúdos, como elemento químico, isótopos e isóbaros, bem como a constituição dos átomos e os modelos atômicos (E e B), também se enquadraram predominantemente nas categorias de menor dificuldade (“4-Pouca dificuldade” e “5-Sem dificuldade”), tanto pelas percentagens acumuladas quanto pelos valores médios obtidos (tabela 1). Esse resultado sugere que os professores demonstram maior segurança em conteúdos de natureza conceitual e classificatória, em comparação àqueles que exigem análise relacional e compreensão de tendências periódicas.

Tabela 1 - Medidas estatísticas (Média, desvio-padrão, mínimo e máximo) relativas as dificuldades dos professores nos conteúdos sobre átomos.

Dificuldade	N	Média	Désvio Padrão	Mínimo	Máximo
A- Conceito de átomo	16	4,50	0,894	2	5
B- Constituição dos átomos e os modelos atômicos	16	4,13	0,719	2	5
C- A organização dos electrões no átomo	16	2,75	0,931	2	5
D- Raio atômico e raio iônico	16	1,63	0,806	1	3
E- Elemento químico. Isótopos e isóbaros	16	4,19	1,047	1	5

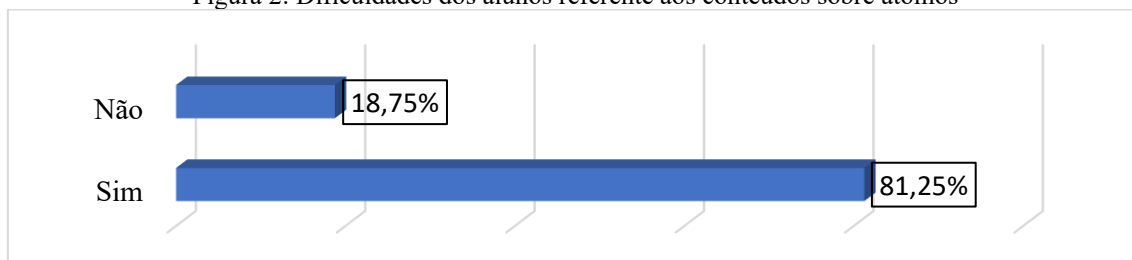
Legenda: 1-Muita dificuldade; 2-Alguma dificuldade; 3-Com dificuldades; 4-Pouca dificuldade; 5-Sem -dificuldades.

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

De modo geral, os resultados indicam que ainda persistem dificuldades relevantes entre os professores em determinados conteúdos sobre átomos, especialmente aqueles de maior complexidade conceitual. Conforme apontam estudos recentes, tais dificuldades podem comprometer a qualidade do ensino e impactar negativamente a aprendizagem dos alunos, reforçando a necessidade de investimentos em formação contínua e na adoção de metodologias ativas que favoreçam a compreensão significativa dos conceitos químicos (FREEMAN et al., 2020; PRINCE & FELDER, 2021; MARTIN et al., 2023).

Na pergunta número 2 pretendia-se explorar os dezasseis (16) professores que têm ensinado os conteúdos sobre átomos se os alunos têm tido dificuldades em aprendê-los. Conforme ilustrado no gráfico da figura 2, verifica-se que treze (13) professores, correspondendo a 81,25%, afirmam que os alunos têm apresentado dificuldades na aprendizagem dos conteúdos atômicos, enquanto apenas três (3) professores, correspondendo a 18,75%, consideram que os alunos não apresentam tais dificuldades.

Figura 2: Dificuldades dos alunos referente aos conteúdos sobre átomos

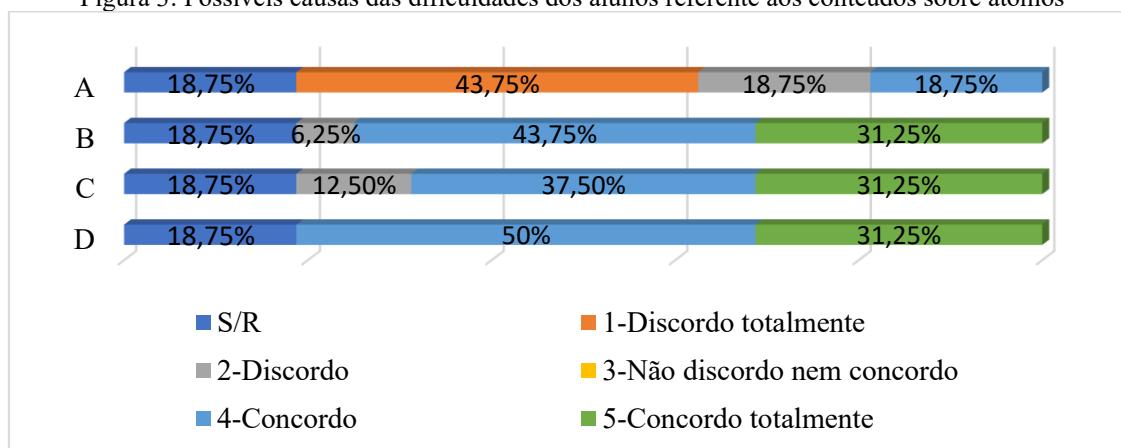


Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Esse resultado é consistente com a literatura científica, que aponta que os conceitos atômicos são frequentemente percebidos como abstratos e de difícil compreensão pelos alunos do ensino secundário. Segundo TABER (2013, p.45), “a aprendizagem dos modelos atômicos envolve níveis elevados de pensamento abstrato, o que pode dificultar a construção de significados pelos alunos”. De igual modo, DUIT e TREAGUST (2012, p. 12) ressaltam que “as representações microscópicas, como as do átomo, exigem que o aluno faça transições cognitivas complexas entre o físico-químico visível e o não visível, o que se traduz em dificuldades de aprendizagem quando não mediado por estratégias pedagógicas adequadas”.

Na pergunta 3, foram apresentadas aos professores quatro (4) asserções correspondentes as possíveis causas das dificuldades dos alunos nos conteúdos sobre átomos.

Figura 3: Possíveis causas das dificuldades dos alunos referente aos conteúdos sobre átomos



Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Os dados apresentados na figura 3 indicam que, na escala de resposta “4 – Concordo”, as asserções mais frequentemente assinaladas pelos professores foram “Conteúdos complexos e abstratos” (D), com 50%, e “Falta de interesse do aluno pela disciplina” (B), com 43,75%. Em contrapartida, na escala “1 – Discordo totalmente”, destacou-se a asserção “Uso de metodologias não cativantes” (A), com 43,75%, sugerindo que parte significativa dos docentes não reconhece

diretamente as práticas pedagógicas como principal causa das dificuldades dos alunos.

A análise das médias (tabela 2) reforça essa tendência, uma vez que as asserções D, B e C apresentaram os maiores valores médios (D: $\bar{X} = 4,38$; B: $\bar{X} = 4,23$; C: $\bar{X} = 4,08$), enquadrando-se nas categorias “4 – Concordo” e “5 – Concordo totalmente”. Esses resultados permitem inferir que, na percepção dos professores, as principais causas das dificuldades dos alunos nos conteúdos sobre átomos estão associadas, sobretudo, à complexidade e ao alto grau de abstração dos conteúdos, bem como à falta de interesse e de motivação dos alunos pela disciplina de Química.

Tabela 2 - Medidas estatísticas (Média, desvio-padrão, mínimo e máximo) relativas as possíveis causas das dificuldades dos alunos nos conteúdos sobre átomos

Causa	S/R	N	Média	Désvio Padrão	Mínimo	Máximo
A- Uso de metodologias não cativantes	3	13	1,92	1,256	1	4
B- Falta de interesse do aluno pela disciplina	3	13	4,23	0,832	2	5
C- Falta de motivação	3	13	4,08	1,038	2	5
D- Conteúdos complexos e abstractos	3	13	4,38	0,506	4	5

Legenda: 1-Discordo totalmente;2- Discordo;3- Não discordo nem concordo;4- Concordo;5-Concordo totalmente

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

O fato de os conteúdos complexos e abstratos terem apresentado a maior percentagem acumulada (81,25%) está de acordo com estudos que apontam que conceitos relacionados à estrutura atômica e ao tamanho dos átomos e íons exigem a compreensão de modelos teóricos e representações microscópicas, o que torna o processo de aprendizagem cognitivamente exigente (GILBERT & TREAGUST, 2019; JOHNSTONE, 2020). Quando esses conteúdos não são adequadamente mediados, tendem a ser percebidos pelos alunos como excessivamente difíceis e distantes da realidade escolar.

A falta de interesse do aluno pela disciplina, indicada por 75% dos professores, e a falta de motivação, com 68,75%, também emergem como causas relevantes. A literatura educacional aponta que o interesse e a motivação são fatores determinantes para o engajamento cognitivo e para a aprendizagem significativa, sobretudo em disciplinas científicas marcadas por altos níveis de abstração, como a Química (RYAN & DECI, 2020; HIDI & RENNINGER, 2019).

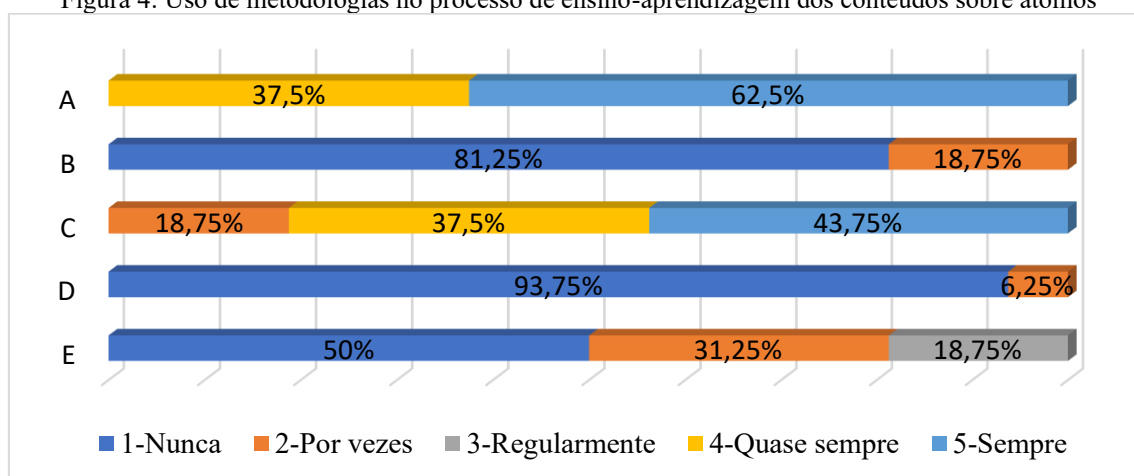
Embora a asserção A “Uso de metodologias não cativantes” não tenha sido expressiva em termos quantitativos, é relevante destacar que 18,75% dos professores concordaram que esse fator também contribui para as dificuldades dos alunos. Esse achado, ainda que minoritário, é significativo, pois revela que alguns docentes reconhecem que práticas pedagógicas excessivamente tradicionais podem influenciar negativamente o interesse e a motivação dos alunos. Este dado indica a necessidade de abordagens pedagógicas mais interativas que favorecem a compreensão de conceitos abstratos e

ampliam o envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem (KIRSCHNER & HENDRICK, 2020; LOMBARDI et al., 2021).

Nesse sentido, embora os professores atribuam predominantemente as dificuldades dos alunos à complexidade dos conteúdos e a fatores relacionados ao próprio aluno, a literatura sugere que tais aspectos estão profundamente interligados às práticas pedagógicas adotadas em sala de aula. Conforme argumenta CEVALLOS (2017), a falta de interesse e de motivação dos alunos pela Química está frequentemente associada a um ensino tradicional, centrado na exposição verbal e pouco contextualizado. De modo geral, os achados indicam que as dificuldades dos alunos nos conteúdos sobre átomos resultam de uma combinação de fatores conceituais, motivacionais e pedagógicos, o que reforça a necessidade de o professor dominar os conteúdos abstratos e adotar estratégias didáticas que tornem o ensino mais significativo, contextualizado e atrativo.

A quarta pergunta dispunha de cinco metodologias, das quais o professor podia escolher as que utiliza com mais frequência no tratamento de conteúdos sobre átomos. O gráfico da figura 4 retrata os resultados obtidos.

Figura 4: Uso de metodologias no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos sobre átomos



Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Como refletem os resultados da figura 4, observando, nota-se que, os itens mais apontados pelos professores, são (D- Projectos em grupo) e (B- Aula com simulações computacionais), do nível “1-Nunca”, com 93,75% e 81,25% respectivamente. Em terceiro, encontra-se o item (A-Aula expositiva com exemplos e ilustrações do manual do aluno), no nível “5-Sempre”, correspondente a 62,5%, e em seguida o item (E-Discussão em grupo), no nível “1- Nunca”, com 50,0%.

Da mesma figura em consonância com os valores médios reportados na tabela 3, verifica-se que os professores inquiridos utilizam com maior frequência metodologias de natureza tradicional,

especialmente a aula expositiva com exemplos e ilustrações do manual do aluno, que foi assinalada como “Quase sempre” ou “Sempre” por 100 % dos participantes, com média elevada ($\bar{X} = 4,63$; DP = 0,500).

Em seguida está a metodologia leitura de conteúdos (C), com um valor médio ($\bar{X} = 4,06$) e desvio-padrão (DP = 1,124), revelando uma predominância de respostas nos níveis “4- Quase sempre” e “5-Sempre” da escala de respostas, obtendo-se assim um valor percentual acumulado de 81,25%. As metodologias menos utilizadas pelos professores foram: projectos em grupo (D) ($\bar{X} = 1,06$; DP = 0,250), para o qual 100,0% dos professores, indicarem as categorias avaliativas “1- Nunca” e “2-Por vezes” ; a aula com simulações computacionais (B) ($\bar{X} = 1,19$; DP = 0,403), com percentagem acumulada de 100,0% nas opções “1- Nunca” e “2-Por vezes”; discussão em grupo (E) ($\bar{X} = 1,69$; DP = 0,793), com valor percentual acumulado de 81,25% nas opções “1- Nunca” e “2- Por vezes”.

Tabela 3 - Medidas estatísticas (Média, desvio-padrão, mínimo e máximo) relativas as metodologias usadas no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos sobre átomos

Metodologia	N	Média	Désvio Padrão	Mínimo	Máximo
A- Aula expositiva com exemplos e ilustrações do manual do aluno	16	4,63	0,500	4	5
B-Aula com simulações computacionais	16	1,19	0,403	1	2
C- Leitura de conteúdos	16	4,06	1,124	2	5
D-Projectos em grupo	16	1,06	0,250	1	2
E- Discussão em grupo	16	1,69	0,793	1	3

Legenda: 1- Nunca, 2- Por vezes, 3- Regularmente, 4- Quase Sempre, 5- Sempre

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Esses dados refletem um fenômeno amplamente documentado na literatura educacional contemporânea em Ciências, em que práticas didáticas tradicionais permanecem predominantes mesmo diante de fortes evidências sobre os benefícios de abordagens ativas e tecnológicas. A pesquisa pedagógica atual aponta para a persistência de formas tradicionais de ensino, em parte devido à formação docente inicial ainda centrada em metodologias transmissivas, à falta de preparo para manejar tecnologias educacionais e ao receio de organizar atividades colaborativas em sala de aula (GARCÍA-RODEJA & ARIAS, 2021; JOHNSON et al., 2023).

Estudos recentes demonstram que abordagens como aprendizagem ativa, gamificação e simulações científicas digitais têm potencial para promover maior engajamento, pensamento crítico e compreensão de conceitos abstratos, especialmente em Química e Ciências da Natureza (STYERS et al., 2020; ZHENG et al., 2022). Por exemplo, simulações computacionais permitem a visualização dinâmica de processos microscópicos, como modelos atômicos, favorecendo a aprendizagem de

conteúdos que são difíceis de representar apenas por meio de aulas expositivas (DE JONG et al., 2023). No entanto, a baixa adoção dessas ferramentas no cotidiano dos professores analisados indica que o conhecimento conceitual sobre metodologias ativas não tem sido efetivamente transposto para a prática educativa, seja por limitações de formação, acesso a tecnologia ou suporte institucional.

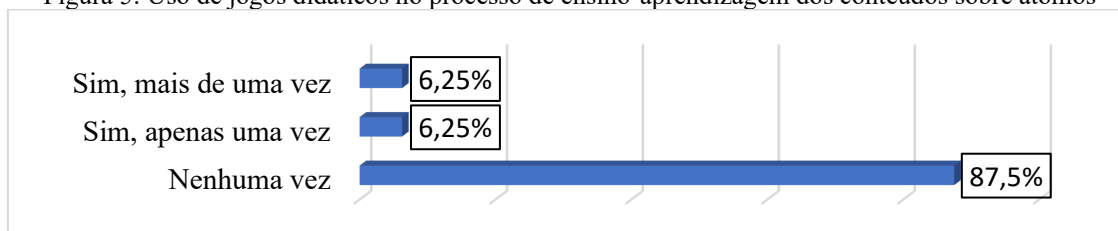
Além disso, práticas colaborativas e centradas no aluno, como projetos em grupo e discussões organizadas, para desenvolver competências científicas além da memorização de conteúdo, têm se mostrado eficazes para promover habilidades investigativas, comunicação científica e resolução de problemas (KNIGHT et al., 2022). No entanto, os resultados da pesquisa aqui analisada revelam uma infrautilização dessas estratégias, sugerindo a necessidade de ações formativas que preparem os professores para planejar e conduzir atividades pedagógicas baseadas na interação e na investigação.

Embora a literatura mais recente enfatize a importância do uso de tecnologia e abordagens ativas no ensino de Química, poucos estudos quantitativos têm demonstrado, com dados robustos, a quase total ausência de simulações computacionais e projetos colaborativos no contexto de ensino regular, como evidenciado nos resultados da figura 4. Em muitos estudos, o foco tem sido testar a eficácia de tais metodologias em ambientes experimentais ou controlados, sem necessariamente representar a prática docente diária nas escolas (MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ & BARBERÁ, 2020). Portanto, o achado de que essas metodologias foram quase nunca utilizadas pelos professores analisados constitui uma contribuição relevante para a caracterização da realidade educacional, destacando a lacuna entre pesquisa pedagógica e prática efetiva em sala de aula.

Outro aspecto pouco explorado na literatura é a persistente predominância da leitura de conteúdos como estratégia de ensino em contextos onde há forte presença de recursos digitais, algo que, em teoria, poderia ser substituído ou complementado por abordagens mais dinâmicas. A leitura, embora útil, quando isolada pode reforçar práticas passivas, limitando a compreensão profunda de conceitos complexos. Esse padrão mostra que não basta a disponibilidade de recursos: é necessária a integração efetiva das metodologias ao currículo e à rotina de ensino, com formação que inclua planejamento, avaliação e reflexão didática.

A quinta pergunta tinha como objetivo saber dos professores se já usaram alguma vez jogos didáticos como recurso pedagógico ativo no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos sobre átomos.

Figura 5: Uso de jogos didáticos no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos sobre átomos



Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Os resultados da figura 5 evidenciam que 87,5% dos professores nunca utilizaram jogos didáticos como recurso pedagógico ativo no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos sobre átomos, enquanto apenas 12,5% relataram alguma experiência, sendo que destes, 6,25% utilizaram apenas uma vez e 6,25% mais de uma vez.

Este achado confirma o predomínio de práticas pedagógicas tradicionais no ensino da Química, especialmente no tratamento de conteúdos abstratos como a estrutura atômica. A literatura tem apontado que a baixa integração de metodologias ativas decorre, em grande medida, da formação insuficiente dos professores, da escassez de recursos didáticos adequados e da resistência à mudança metodológica, sobretudo em contextos educativos com limitações infraestruturais (KISHIMOTO, 2011; POZO & CRESPO, 2009; MOREIRA, 2014).

Diversos estudos indicam que, apesar de os jogos didáticos promoverem maior motivação, participação ativa e aprendizagem significativa, estes ainda são pouco explorados no ensino das Ciências, permanecendo frequentemente restritos a experiências pontuais e não sistemáticas (SILVA & MORAIS, 2016; OLIVEIRA et al., 2019). Assim, os resultados obtidos alinham-se com a literatura ao evidenciar a subutilização de estratégias lúdicas no ensino da Química, particularmente em conteúdos de elevada abstração cognitiva, como o conceito de átomo.

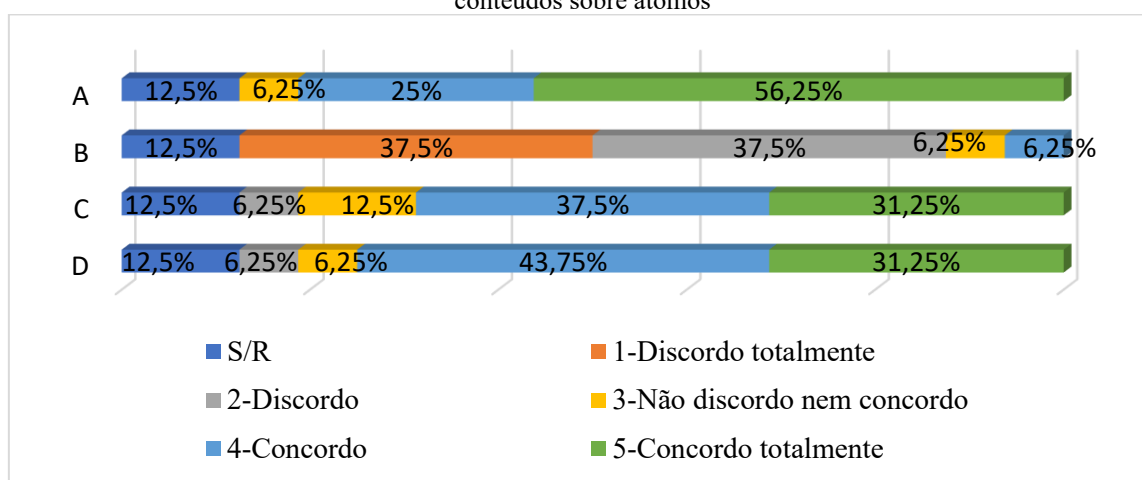
De salientar que, um achado relevante que não é amplamente discutido na literatura é o fato de uma parcela dos professores ter utilizado jogos didáticos apenas uma única vez, sugerindo um uso episódico e experimental, sem continuidade pedagógica. A maioria dos estudos tende a focar-se na dicotomia “uso vs. não uso” de jogos didáticos, negligenciando a análise da frequência e sistematização da utilização, aspecto que se revela crucial para a consolidação da aprendizagem.

Outro ponto pouco explorado em estudos prévios é a expressiva distância entre o reconhecimento implícito do potencial pedagógico dos jogos e a sua efetiva aplicação em sala de aula. Embora a literatura enfatize as vantagens dos jogos didáticos, raramente evidencia, com dados empíricos tão claros, o nível quase inexistente da sua adoção prática, como observado neste estudo (87,5% de não utilização). Este resultado sugere que o problema não reside apenas na falta de evidências científicas sobre a eficácia dos jogos didáticos, mas também em barreiras contextuais e

institucionais que dificultam a sua implementação, constituindo um contributo original do estudo para a compreensão da realidade do ensino da Química no contexto analisado.

A sexta pergunta buscava saber dos professores que na questão anterior responderam “Nenhuma vez”, o que os tem impedido de usar jogos didáticos como recurso pedagógico ativo no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos sobre átomos.

Figura 6: Fatores que condicionam a não realização de jogos didáticos no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos sobre átomos



Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Os resultados evidenciam que a falta de materiais ou de condições institucionais (asserção A) constitui o principal fator que dificulta a utilização de jogos didáticos como recurso pedagógico ativo no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos sobre átomos.

Esse fator apresentou a maior frequência no nível “Concordo totalmente” (56,25%) e a média mais elevada ($\bar{X} = 4,57$; $DP = 0,646$), tal como se verifica também na tabela 4, com uma percentagem acumulada de 81,25% nos níveis “Concordo” e “Concordo totalmente”.

Tabela 4 - Medidas estatísticas (Média, desvio-padrão, mínimo e máximo) relativas aos fatores que têm dificultado a não realização de jogos didáticos no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos sobre átomos.

Fatores	S/R	N	Média	Désvio Padrão	Mínimo	Máximo
A-Falta de materiais ou condições	2	14	4,57	0,646	3	5
B-Falta de tempo	2	14	1,79	0,893	1	4
C-Falta de domínio	2	14	4,07	0,917	2	5
D-Falta de criatividade	2	14	4,14	0,864	2	5

Legenda:1-Discordo totalmente;2- Discordo;3- Não discordo nem concordo;4- Concordo;5-Concordo totalmente

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Esse achado encontra respaldo em estudos que apontam que a implementação de metodologias ativas no ensino das Ciências depende, em grande medida, da disponibilidade de recursos materiais, apoio institucional e condições mínimas de trabalho docente, sendo essas limitações mais evidentes

em contextos educacionais com restrições estruturais (LIBÂNEO, 2013; SAVIANI, 2011). A ausência desses elementos compromete a diversificação metodológica e favorece a permanência de práticas tradicionais, centradas na exposição verbal do professor.

O segundo fator mais apontado foi a falta de criatividade do professor (asserção D), com média $\bar{X} = 4,14$ (DP = 0,864) e percentagem acumulada de 75% nos níveis superiores da escala. A literatura destaca que a criatividade docente está diretamente relacionada à capacidade de ressignificar conteúdos, adaptar estratégias e transformar recursos simples em ferramentas pedagógicas eficazes (MORAN, 2015; TARDIF, 2014). Nesse sentido, a criatividade não deve ser compreendida apenas como uma característica individual, mas como uma competência profissional que pode ser desenvolvida por meio da formação inicial e continuada.

A falta de domínio sobre o uso de jogos didáticos (asserção C), com média $\bar{X} = 4,07$ (DP = 0,917) e percentagem acumulada de 68,75%, evidencia uma lacuna formativa relacionada às metodologias ativas. Muitos professores reconhecem o potencial pedagógico dos jogos, mas não possuem conhecimentos didático-metodológicos suficientes para integrá-los de forma planejada e sistemática ao currículo (ZABALA & ARNAU, 2010; IMBERNÓN, 2016). Tal situação limita o uso dos jogos a experiências pontuais ou impede completamente sua aplicação no contexto escolar.

Em contrapartida, a falta de tempo (asserção B) foi o fator menos valorizado pelos professores, apresentando média baixa ($\bar{X} = 1,79$; DP = 0,893) e concentração de 75% das respostas nos níveis “Discordo totalmente” e “Discordo”. Esse resultado sugere que, diferentemente do que é frequentemente indicado na literatura, o tempo não se configura como o principal obstáculo para a adoção de jogos didáticos nesse contexto específico. Tal evidência indica que os entraves estão mais associados a condições estruturais, formativas e pedagógicas do que à carga horária ou à gestão do tempo escolar.

Um achado relevante, pouco evidenciado na literatura, refere-se ao fato de que a falta de tempo não foi considerada um fator determinante para a não utilização de jogos didáticos. Muitos estudos apontam o tempo como um dos principais obstáculos à inovação pedagógica; contudo, os dados deste estudo revelam uma realidade distinta, indicando que outros fatores exercem maior influência sobre a prática docente.

Outro aspecto pouco explorado é a centralidade da criatividade docente como fator limitante, mesmo diante da falta de recursos materiais. A literatura tende a enfatizar a escassez de materiais ou a ausência de formação como causas principais, mas os resultados deste estudo sugerem que a percepção de falta de criatividade também desempenha um papel significativo, evidenciando a

necessidade de políticas de formação que articulem inovação pedagógica, autonomia docente e reflexão sobre a prática.

Esses achados contribuem para ampliar a compreensão dos desafios enfrentados pelos professores no ensino dos conteúdos sobre átomos, especialmente no que se refere à adoção de jogos didáticos como estratégia pedagógica ativa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta investigação revelam que o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo sobre átomos, na 8.^a Classe do I Ciclo do Ensino Secundário, no município do Lubango, continua marcado por desafios persistentes de natureza pedagógica, metodológica e estrutural. Tais desafios refletem não apenas dificuldades inerentes à complexidade e ao elevado nível de abstração dos conceitos químicos, mas também limitações relacionadas às práticas docentes e às condições institucionais de ensino.

A análise dos dados evidenciou que determinados conteúdos, nomeadamente raio atômico, raio iônico e organização eletrônica dos átomos, constituem obstáculos significativos para os professores, o que, por consequência, compromete a mediação pedagógica e dificulta a aprendizagem dos alunos. Embora o conceito geral de átomo seja considerado de mais fácil abordagem, os conteúdos que exigem maior capacidade de modelização, visualização e raciocínio abstrato continuam a ser tratados de forma superficial, reforçando aprendizagens mecânicas e pouco duradouras.

Observou-se, ainda, que as práticas pedagógicas predominantes permanecem fortemente ancoradas em metodologias tradicionais, sobretudo na aula expositiva apoiada no manual escolar. Apesar de se reconhecer a importância do livro didático como recurso de apoio, a sua utilização quase exclusiva limita a diversificação metodológica e reduz as oportunidades de participação ativa dos alunos no processo de construção do conhecimento. A reduzida incorporação de metodologias ativas, tais como simulações computacionais, Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), discussões em grupo e jogos didáticos, revela uma lacuna significativa entre as exigências da educação científica contemporânea e as práticas efetivamente desenvolvidas em sala de aula.

Os professores participantes identificaram, de forma consistente, que a complexidade e o caráter abstrato dos conteúdos, aliados à falta de motivação e interesse dos alunos pela disciplina de Química, constituem as principais causas das dificuldades de aprendizagem. Contudo, os próprios resultados indicam que tais fatores estão intimamente relacionados ao modelo pedagógico adotado, uma vez que ambientes de aprendizagem pouco interativos e centrados na transmissão de conteúdos

tendem a reforçar a desmotivação discente e a percepção da Química como uma disciplina difícil e distante da realidade do aluno.

No que se refere ao uso de jogos didáticos, constatou-se uma quase inexistência dessa estratégia no ensino dos conteúdos sobre átomos. Os principais fatores apontados para essa limitação foram a falta de materiais e de condições, a carência de criatividade didática e o insuficiente domínio metodológico por parte dos professores. Esses dados evidenciam a necessidade de investimento não apenas em recursos materiais, mas também no desenvolvimento de competências pedagógicas que permitam ao professor criar e adaptar estratégias lúdicas e inovadoras, mesmo em contextos com restrições estruturais.

Diante desse cenário, torna-se imprescindível reforçar a formação contínua dos professores de Química, com enfoque no domínio de metodologias ativas, no uso pedagógico de recursos didáticos diversificados e na integração de estratégias que favoreçam a aprendizagem significativa. Paralelamente, recomenda-se que as instituições escolares e os órgãos responsáveis pela educação invistam na melhoria das condições materiais e no apoio pedagógico aos docentes, criando ambientes de aprendizagem mais dinâmicos, motivadores e contextualizados. Conclui-se que a superação dos desafios identificados no ensino dos conteúdos sobre átomos requer uma articulação efetiva entre formação docente, inovação metodológica e condições estruturais adequadas. A implementação de práticas pedagógicas mais ativas e centradas no aluno mostra-se essencial para promover aprendizagens mais profundas, críticas e duradouras, contribuindo para a valorização do ensino da Química no contexto angolano e para a melhoria da qualidade da educação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.; LIMA, R.; COSTA, M. Práticas pedagógicas e ensino da Química: desafios contemporâneos. *Revista Brasileira de Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 112-130, 2022.
- CEDEÑO, J.; PÉREZ, M.; GARCÍA, L. Metodologías activas en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, Madrid, v. 88, n. 2, p. 45-60, 2022.
- CEVALLOS, F. Dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de la Química: Un análisis didáctico. *Revista Latinoamericana de Educación en Ciencias*, 15(3), 45–59, 2017.
- CRESWELL, J. W.; PLANO, C.V. L. *Pesquisa de métodos mistos*. 2. ed. São Paulo: Penso, 2018.
- DE JONG, T., LINN, M. C., & ZACHARIA, Z. C. Perspectives on learning and instruction with educational technology in science. *Educational Technology Research and Development*, 71(4), 785–810, 2023.
- DUIT, R., & TREGUST, D. F. Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1547–1578, 2012. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.645765>.
- FERREIRA, L.; DIAS, P. Ensino de Química e dificuldades de aprendizagem no ensino secundário. *Educação e Pesquisa em Ciências*, v. 12, n. 1, p. 55-70, 2023.
- FREEMAN, S., HAAK, D., & WENDEROTH, M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6540–6542, 2020.
- FUENTES, R. *Teorias da aprendizagem e práticas pedagógicas contemporâneas*. São Paulo: Cortez, 2020.
- GARCÍA, M.; TORRES, R. Concepções alternativas de alunos sobre átomos e moléculas: um estudo atual. *Journal of Science Education Research*, v. 15, n. 2, p. 90-104, 2024.
- GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO, R. Enseñanza de conceptos atómicos: estrategias para la comprensión de la estructura de la materia. *Journal of Chemical Education*, v. 96, n. 5, p. 1010-1022, 2019.
- GARCÍA-RODEJA, M., & ARIAS, A. Barriers to active learning in science education: A global perspective. *Journal of Science Teacher Education*, 32(3), 231–250, 2021.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GILBERT, J. K., & TREGUST, D. F. *Multiple representations in chemical education*. Springer, 2019.
- HIDI, S., & RENNINGER, K. A. The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 54(2), 1–15, 2019.

IMBERNÓN, F. Formação docente e profissional: Formar-se para a mudança e a incerteza. Cortez, 2016.

JOHNSON, E. B., MARTÍNEZ, C., & SMITH, J. T. Teacher readiness for digital instruction in secondary science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 12–28, 2023.

JOHNSTONE, A. H. You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, 97(6), 1452–1455, 2020.

KAFUANDA, J. M. Desafios do ensino da Química no I Ciclo do Ensino Secundário em Angola. *Revista Angolana de Educação*, Luanda, v. 5, n. 1, p. 67-82, 2021.

KELLY, O.; JONES, P. Developing critical thinking through science education: a global perspective. *International Journal of Science Education*, v. 42, n. 7, p. 1105–1123, 2020.

KIRSCHNER, P. A., & HENDRICK, C. *How learning happens*. Routledge, 2020.

KISHIMOTO, T. M. *O jogo e a educação infantil* (15ª ed.). Cortez, 2011.

KNIGHT, J. K., WOOD, W. B., & FREEMAN, S. Collaborative learning in chemistry classrooms: Effects on achievement and retention. *Chemistry Education Research and Practice*, 23(1), 156–171, 2022.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. Cortez, 2013.

LOMBARDI, D., SHIPLEY, T. F., & ASTRONOMY, T. Learning from multiple representations. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 6(12), 1–15, 2021.

MARTÍN, J.; GÓMEZ, P.; RUIZ, M. Concepciones alternativas sobre estructura atómica en estudiantes de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 41, n. 1, p. 89-105, 2023.

MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, R., & BARBERÁ, E. Educational simulation use and teacher practices: A meta-analysis. *Computers & Education*, 150, 2020. 103848.

MARTINS, R. Interações sociais e aprendizagem: aplicabilidade da Zona de Desenvolvimento Proximal na Educação Científica. *Educação e Cognitivismo*, v. 8, n. 1, p. 25–40, 2022.

MORAN, J. Educação híbrida: Um conceito-chave para a educação hoje. In T. Bacich, A. Tanzi Neto & F. Trevisani (Orgs.), *Ensino híbrido: Personalização e tecnologia na educação* (pp. 27–45). Penso, 2015.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel* (2ª ed.). Livraria da Física, 2014.

NAKHLEH, M. Students' understanding of atomic structure: implications for curriculum design. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 22, n. 1, p. 1–15, 2021.

OLIVEIRA, F.; SANTOS, C.; PEREIRA, L. Aprendizagem significativa em Química: fundamentos e práticas atuais. *Revista de Educação em Ciências*, v. 14, n. 3, p. 60–75, 2021.

OLIVEIRA, M. F., SILVA, R. R., & ARAÚJO, M. I. O. Jogos didáticos como estratégia pedagógica no ensino de Química: Contribuições para a aprendizagem significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 12(2), 87–102, 2019. <https://doi.org/10.3895/rbect.v12n2.9876>.

Organisation for Economic Co-operation and Development. *Education at a glance 2023: OECD indicators*. OECD Publishing.

PAULO, R. N.; SAKUKUMA, M. C. K. Validação por Peritos de uma Proposta Metodológica para Implementação no Processo de Ensino-Aprendizagem do Conteúdo sobre Átomos em Química. *Revista FT*, 29(149),14-15,2025. <https://doi.org/10.69849/revistaft/fa10202508192214>.

PIAGET, J. *A psicologia da inteligência*. Rio de Janeiro: Vozes, 2013.

POZO, J. I., & CRESPO, M. Á. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Artmed, 2009.

PRINCE, M., & FELDER, R. Active learning in engineering and science education. *Journal of Engineering Education*, 110(3), 452–470, 2021.

RYAN, R. M., & DECI, E. L. *Intrinsic and extrinsic motivation*. Academic Press, 2020.

SAMPIERI, H. R.; COLLADO, C.; LUCIO, P. B. *Metodologia de pesquisa*. 3. ed. São Paulo: McGraw Hill, 2013.

SANTOS, P.; PEREIRA, F. Ensino de Química e aprendizagem significativa: fundamentos teóricos e aplicação prática. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências*, v. 25, n. 1, p. 45 60, 2023.

SANTOS, R.; ARAÚJO, M. Construtivismo no ensino de Química: uma abordagem para o desenvolvimento de competências científicas. *Revista de Educação Científica Contemporânea*, v. 7, n. 2, p. 80 95, 2023.

SAVIANI, D. *Pedagogia histórico-crítica: Primeiras aproximações* (11ª ed.). Autores Associados, 2011.

SILVA, A. L., & MORAIS, M. B. O uso de jogos didáticos no ensino de Ciências: Possibilidades e desafios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 147–164, 2016.

SILVA, T.; PEREIRA, F.; RODRIGUES, L. Inovação pedagógica no ensino de Ciências: impacto sobre o desempenho e motivação dos alunos. *Revista Portuguesa de Educação em Ciências*, v. 11, n. 2, p. 95 110, 2024.

STYERS, M., VAN DUZER, C., & FEWELL, N. Technological tools and active learning strategies for undergraduate chemistry instruction. *Journal of Chemical Education*, 97(6), 1559–1566, 2020.

TABER, K. S. *Chemical misconceptions: Prevention, diagnosis and cure* (3rd ed.). Royal Society of Chemistry, 2013.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional* (17ª ed.). Vozes, 2014.

ZABALA, A., & ARNAU, L. Como aprender e ensinar competências. *Artmed*, 2010.

ZHENG, L., SUN, J., & WANG, Y. Simulations in chemistry education: Impacts on learning and engagement. *Journal of Science Education and Technology*, 31(2), 143–158, 2022.