

Modelo atômico de Bohr, metodologias ativas e princípios vygotksyanos

Bohr's atomic model, active methodologies, and vygotksyan principles

Modelo atômico de Bohr, metodologías activas y principios vygotksyanos

Talita Gabriela Cividini (talita.cividini@ufpr.br)

Universidade Federal do Paraná, Brasil

<https://orcid.org/0009-0000-6744-8481>

Louize Sangreman Batista (louize.sangreman@ufpr.br)

Universidade Federal do Paraná, Brasil

<https://orcid.org/0009-0000-6565-5663>

Ângelo Hentz Cappellari (angelohc.contato@gmail.com)

Universidade Federal do Rio Grande, Brasil

<https://orcid.org/0009-0003-7109-274X>

Everton Bedin (bedin.everton@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-5636-0908>

Resumo

Esse estudo visa analisar uma estratégia educacional que combinou três metodologias ativas no intuito de facilitar o ensino e a compreensão científica do aluno sobre os princípios do Modelo Atômico de Bohr, abordando os níveis de energia e o deslocamento dos elétrons entre esses níveis. Esta pesquisa de natureza exploratória, abordagem qualitativa e procedimento participante, foi conduzida por bolsistas do PIBID/Química, aplicada a duas turmas de 3º ano técnico em uma escola em Curitiba, Paraná. Os dados, constituídos por meio da observação direta e do *feedback* fornecido pelos estudantes, foram submetidos a uma análise metodológica que incorporou princípios da abordagem indutiva aliada à teoria da subjetividade. Os resultados indicam que a combinação de metodologias ativas facilitou a compreensão pelo aluno do Modelo Atômico de Bohr, promovendo maior interação e aprendizado, bem como proporcionou uma aprendizagem coletiva e individualizada, apesar das limitações temporais, espaciais e de conteúdo observadas. Ademais, a análise ainda sugere que os alunos foram capazes de assimilar os conceitos apresentados e aplicá-los de forma prática, demonstrando uma compreensão sólida e a capacidade de expressar ideias de maneira clara e organizada.

Palavras-chave: Ensino de Química; Intermediação Pibidiana; Teoria Sociocultural.

Abstract

This study aims to analyze an educational strategy that combined three active methodologies to facilitate teaching and students' scientific understanding of the

principles of Bohr's Atomic Model, addressing energy levels and electron transitions between these levels. This exploratory research, with a qualitative approach and participant procedure, was conducted by PIBID/Chemistry scholarship holders and applied to two 3rd-year technical classes in a school in Curitiba, Paraná. The data, gathered through direct observation and feedback provided by the students, were subjected to a methodological analysis that incorporated principles of the inductive approach combined with the theory of subjectivity. The results indicate that the combination of active methodologies facilitated the students' understanding of Bohr's Atomic Model, promoting greater interaction and learning, as well as providing collective and individualized learning, despite the temporal, spatial, and content limitations observed. Furthermore, the analysis also suggests that the students were able to assimilate the presented concepts and apply them in a practical way, demonstrating a solid understanding and the ability to express ideas clearly and in an organized manner.

Keywords: Chemistry Education; Pibidiana Mediation; Sociocultural Theory.

Resumen

Este estudio tiene como objetivo analizar una estrategia educativa que combinó tres metodologías activas para facilitar la enseñanza y la comprensión científica de los estudiantes sobre los principios del Modelo Atómico de Bohr, abordando los niveles de energía y el desplazamiento de los electrones entre estos niveles. Esta investigación exploratoria, con un enfoque cualitativo y procedimiento participativo, fue realizada por becarios de PIBID/Química y aplicada a dos clases de tercer año técnico en una escuela en Curitiba, Paraná. Los datos, recopilados a través de la observación directa y el feedback proporcionado por los estudiantes, fueron sometidos a un análisis metodológico que incorporó principios del enfoque inductivo combinado con la teoría de la subjetividad. Los resultados indican que la combinación de metodologías activas facilitó la comprensión del Modelo Atómico de Bohr por parte de los estudiantes, promoviendo una mayor interacción y aprendizaje, así como proporcionando un aprendizaje colectivo e individualizado, a pesar de las limitaciones temporales, espaciales y de contenido observadas. Además, el análisis también sugiere que los estudiantes fueron capaces de asimilar los conceptos presentados y aplicarlos de forma práctica, demostrando una comprensión sólida y la capacidad de expresar ideas de manera clara y organizada.

Palabras clave: Enseñanza de Química; Mediación Pibidiana; Teoría Sociocultural.

INTRODUÇÃO

A educação básica em ciências, que engloba conceitos e conteúdos de disciplinas como biologia, física e química, enfrenta uma série de desafios e, entre eles, está a resistência dos estudantes ao aprendizado desses campos, amplificada pelo modelo de ensino tradicional (Segura; Kalhil, 2015). Diante desse cenário, para potencializar a aprendizagem do aluno, é crucial explorar os conceitos propostos por Vygotsky,

referentes à Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDP) e à Zona de Desenvolvimento Real (ZDR). Afinal, Vygotsky (1991) enfatiza que o sujeito inicialmente aprende por meio da interação com um adulto (ZDP) e, portanto, quando há troca de conhecimentos entre professor e aluno, o sujeito desenvolve a capacidade de explorar os conhecimentos de forma autônoma por meio da mediação social e cultural (ZDR).

De acordo com Morán (2015), somente é possível que os estudantes alcancem processos mais avançados de reflexão quando existe a utilização de metodologias ativas nos processos de ensino e aprendizagem. Assim, é imprescindível que o educador busque o estudo e a aplicação de metodologias, possibilitando o desenvolvimento do conhecimento potencial do estudante, para que ele consiga, posteriormente, alcançar a ZDR (Barra, 2014). Nesse campo, entende-se que, ao utilizar metodologias ativas, os alunos são envolvidos ativamente no processo de aprendizagem, o que pode aumentar a motivação e o engajamento (Ventura Costa; Santos; Venturi, 2023). Assim, a combinação de diferentes abordagens oferece uma variedade de formas de o professor explorar os conceitos, atendendo às diversas necessidades de aprendizagem dos alunos (Felber; Krause; Venquiaruto, 2018).

Neste contexto, o presente estudo visa analisar uma estratégia educacional que combinou três metodologias ativas no intuito de facilitar o ensino e a compreensão científica do aluno sobre os princípios do Modelo Atômico de Bohr, abordando os níveis de energia e o deslocamento dos elétrons entre esses níveis. Adicionalmente, busca-se estabelecer conexões entre essa aplicação prática e algumas premissas teóricas de Lev Vygotsky, reconhecido por suas significativas contribuições à educação, especialmente em relação à definição do papel da instituição educacional e a importância do direcionamento do professor nesse processo (Rego, 2014).

As metodologias ativas foram: *Just-in-Time Teaching* (Novak *et al.*, 1999), caracterizada pelo uso de recursos tecnológicos para antecipar as dúvidas dos alunos e preparar uma aula com base nelas; Rotação por Estações (Serbim; dos Santos, 2021), configurada como uma atividade composta por um número determinado de estações que abordam o mesmo conteúdo, sendo independentes para acontecer; e os Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti, 1992), que sustenta a existência de três fases

essenciais: a problematização do conteúdo, a organização do conhecimento científico e a aplicação prática desses conceitos. Esses momentos fundamentam um processo em que os alunos constroem conhecimentos relevantes e duradouros por intermédio de interações sociais e do uso de ferramentas culturais, conforme proposto por Vygotsky (1991).

Teorias de Vygotsky no ensino de química

Lev Vygotsky, um renomado psicólogo russo, desenvolveu a Teoria Sociocultural, propondo que o aprendizado é um processo social e cultural, e que a interação com outros indivíduos desempenha um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo. Ao integrar os princípios da teoria histórico-cultural de Vygotsky ao ensino de química, é possível criar abordagens mais eficazes e significativas para os estudantes (Ferreira; Arrio; Bustamante, 2013). Ou seja, a teoria de Vygotsky é fundamental no ensino de química porque destaca o papel categórico da interação social e da mediação na aprendizagem, ao reconhecer que os alunos constroem seu entendimento por meio de interações com colegas e professores mais experientes, os quais podem criar ambientes de aprendizagem colaborativos e significativos.

Assim, esses ambientes facilitam o processo de os alunos não apenas internalizarem conhecimento, mas aplicá-lo em contextos relevantes. Afinal, a ênfase de Vygotsky na ZDP encoraja os professores a desafiar os alunos com tarefas que estão logo além de seu alcance atual, fornecendo suporte adequado para que possam alcançar seu potencial máximo na compreensão dos conceitos químicos. Ou seja, a ZDP representa a zona da diferença entre o que um aluno pode fazer independentemente e o que pode ser alcançado com o apoio de um instrutor ou colega mais experiente. Nesse contexto, implica a criação de ambientes colaborativos, nos quais os alunos são incentivados a trabalhar em grupo para compartilhar conhecimentos e resolver problemas (Camargo; Daros, 2018; Kurz; Bedin, 2019).

O diálogo é um elemento crucial na exploração colaborativa dos conceitos da teoria histórico-cultural de Vygotsky no ensino de química, visto que as discussões em sala de aula proporcionam oportunidades para os alunos se expressarem (Silva; Soares, 2013), comparando perspectivas e construindo entendimentos mais profundos. Ao fomentar o

diálogo, os educadores podem promover uma compreensão mais profunda e socialmente mediada dos conceitos químicos, dado que os alunos têm a chance de articular e reconsiderar suas concepções, alinhando-as aos conhecimentos científicos.

Além disso, o uso de ferramentas colaborativas, como experimentos em grupo, projetos de pesquisa e atividades, contribui para a exploração colaborativa dos conceitos químicos, promovendo a internalização do conhecimento e consolidando o aprendizado. Essa abordagem, baseada na prática, reforça os princípios da Teoria Sociocultural de Vygotsky, uma vez que envolve a interação social, a cooperação e a construção coletiva do conhecimento (Barbosa; de Lourdes Batista, 2018). Além disso, os pressupostos da Teoria Sociocultural destacam a importância da mediação, sugerindo que a presença de um educador como facilitador é essencial para orientar e apoiar os alunos durante o processo de aprendizado; professores desempenham um papel crucial ao fornecer estrutura, orientação e estímulo à participação ativa dos estudantes (da Silva, 2006).

Ao incorporar a mediação, os educadores podem adaptar suas estratégias de ensino consoante as necessidades específicas dos alunos, ajudando-os a progredir em direção à compreensão dos conceitos químicos de maneira mais eficiente, o que pode envolver a utilização de metodologias ativas, como tutoria individualizada, *feedback* construtivo e recursos educacionais personalizados. Igualmente, é a valorização da cultura e do contexto dos alunos no processo de ensino que, de acordo com Vygotsky (1991), o aprendizado é moldado, sendo, no ensino de química, crucial relacionar os conceitos científicos com situações do cotidiano, experiências pessoais e práticas culturais relevantes.

Ainda, no âmbito da teoria de Vygotsky, é importante reconhecer que a aprendizagem é um processo contínuo e o desenvolvimento psíquico ocorre ao longo do tempo. Portanto, o ensino de química deve ser estruturado de maneira gradual, permitindo que os alunos co-constroam conhecimentos de maneira progressiva mediante interações sociais e culturais (Heidrich; Almeida; Bedin, 2022). Ou seja, é crucial ressaltar que o aprendizado na disciplina de química não é um evento isolado, mas um processo dinâmico e em constante evolução. Dessa forma, o ensino de química deve ser concebido como um processo de co-construção de conhecimentos, mediado por interações sociais e culturais,

onde os estudantes são incentivados a explorar conceitos fundamentais e a construir o entendimento gradualmente (Bedin; Del Pino, 2018).

Ao adotar uma abordagem progressiva, os educadores possibilitam que os alunos assimilem e aprofundem seus conhecimentos, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento cognitivo ao longo do tempo. Nesse sentido, o aprender na disciplina de química não se limita à mera transmissão de informações, mas à criação de oportunidades para a reflexão, a experimentação e a construção ativa do conhecimento, conforme os alunos avançam em suas jornadas científicas (Bedin; Del Pino, 2018). Assim, a implementação de metodologias ativas é uma abordagem significativa para promover o aprendizado na disciplina de química, alinhada com os princípios da Teoria Sociocultural de Vygotsky (Lima, 2023).

Afinal, as metodologias ativas envolvem os alunos de forma mais direta em seu processo de aprendizado, proporcionando oportunidades para a exploração, a praticidade e a construção colaborativa do conhecimento. Mediante atividades práticas, projetos de pesquisa, discussões em grupo e resolução de problemas, os estudantes são incentivados a aplicar os conceitos químicos em situações do mundo real, desenvolvendo habilidades cognitivas mais profundas e duradouras. Além disso, as metodologias ativas também promovem a autonomia e a responsabilidade dos alunos em relação ao seu próprio aprendizado, o que é essencial para um desenvolvimento cognitivo efetivo ao longo do tempo.

METODOLOGIA DA PESQUISA E DA APLICAÇÃO

Metodologia da pesquisa

Essa pesquisa, de natureza exploratória, por buscar se familiarizar com fenômenos observados durante o estudo, explorando com detalhes os próximos passos (Praça, 2015), adota uma abordagem qualitativa e procedimento de pesquisa participante. A pesquisa, aprovada pelo comitê de ética da Universidade Federal do Paraná (UFPR), sob o CAAE

75725823.4.0000.0214 e parecer número 6.651.029, foi desenvolvida por duas alunas bolsistas do Subprojeto PIBID¹/Química (Pibidianas), desta universidade.

O cenário do estudo foi uma instituição de ensino de nível médio, localizada na cidade de Curitiba, e a pesquisa ocorreu ao longo do primeiro semestre do ano de 2023, envolvendo duas turmas da escola, sendo 15 alunos da 3TI – Técnico em Informática – e 14 alunos da 3TA Técnico em Administração, todos com idade entre 17 e 19 anos. A constituição de dados foi realizada com base na observação e na conversação com os alunos, bem como das colocações dos estudantes a um relato de *feedback* sobre a atividade.

Os dados constituídos foram submetidos a uma análise metodológica que incorporou princípios da abordagem indutiva aliada a teoria da subjetividade. A abordagem indutiva se destaca por convidar os alunos a interagir em contextos reais e significativos, sem uma explicação inicial detalhada (Costa, 2014), enquanto à teoria da subjetividade se refere ao desenvolvimento psíquico humano em processos onde a emoção se torna sensível aos registros simbólicos, permitindo a produção de sentido sobre o mundo (González-Rey; Patiño Torres, 2017).

Utilizando esta abordagem, visou-se compreender e interpretar os dados para identificar padrões emergentes e elementos significativos consoantes ao objetivo da pesquisa. Além disso, a análise foi enriquecida por elementos da observação, permitindo uma exploração mais aprofundada das interações e fenômenos observados. Essa abordagem metodológica aberta e reflexiva possibilitou uma compreensão mais completa do fenômeno estudado, contribuindo para uma análise mais robusta e uma interpretação mais contextualizada dos dados.

Metodologia da Aplicação

A intermediação pedagógica foi desenvolvida em três etapas principais, sendo a primeira conduzida de forma *on-line*. Com o objetivo de implementar a metodologia de ensino *Justin-in-Time Teaching*, foram disponibilizados aos alunos, por meio da

¹ Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

plataforma *Google Classroom*, dois vídeos do *Youtube* – “Modelos Atômicos - Niels Bohr²”, do canal Química Simples, e “Átomo excitado ou estado fundamental³”, do canal Café com Química, bem como um “reels” do Instagram, intitulado “Explicando as cores dos fogos de artifício⁴”, do perfil Andreza.Química. Esses materiais foram selecionados com o propósito de revisar os conceitos do Modelo Atômico de Bohr e ilustrar situações do cotidiano onde suas teorias são aplicáveis.

Após a visualização dos vídeos sugeridos, os estudantes foram orientados a responder a um conjunto de questões em um formulário *on-line* (Figura 1). A finalidade desta tarefa era possibilitar uma compreensão mais aprofundada às pibidianas acerca do conteúdo assimilado pelos alunos e identificar os conceitos ainda não apreendidos, para oferecer condições adequadas para os estudantes poderem aprendê-los. Além disso, essa atividade também auxiliou para planejar uma explanação para a aula presencial, fundamentada nas dúvidas dos alunos. Isso contribuiu para a otimização do tempo e a maximização da eficácia do ensino, conforme proposto por Novak e colegas (1999).

PIBID - TESTE DE CHAMA

Antes de responder o formulário assista as vídeos aulas a seguir, se necessario façam anotações.

De preferência na seguinte ordem:

1º - <https://www.youtube.com/watch?v=OSkUs7VBII4>

2º - https://youtu.be/OU_SxtBUTN8?si=RJ6wcvN6LQ-0nrsE

3º - https://www.instagram.com/reel/Cmyx9cpBxET/?utm_source=ig_web_copy_link

É de extrema importância que assistam as aulas, pois serão utilizadas como base para a próxima aula (na quinta) que será de laboratório.

Pedimos que venham com sapato fechados e calças cobrindo a perna, para evitar acidentes.

talitgabrielacividini@gmail.com Alternar conta

A foto e o nome associados à sua Conta do Google serão registrados quando você fizer upload de arquivos e enviar este formulário. Seu e-mail não faz parte da resposta.

* indica uma pergunta obrigatória

Faça um leve resumo sobre o Modelo de Atômico de Niels Bohr. *

Sua resposta

O que é estado Fundamental e Excitado do Átomo? *

Sua resposta

Desenhe de acordo com o Modelo de Bohr (como na Imagem) os elementos Br (Bromo) e Sódio (Na) em seu estado fundamental e excitado. Explique como ocorre essa mudança. *

Figura 1 - Questionário Disponibilizado

² Disponível em: <https://youtu.be/OSkUs7VBII4>

³ Disponível em: https://youtu.be/OU_SxtBUTN8

⁴ Disponível em: https://www.instagram.com/reel/Cmyx9cpBxET/?utm_source=ig_web_copy_link

Assim, a *Just-in-Time Teaching* facilitou o planejamento e a organização da intervenção com base no conhecimento prévio e nas dificuldades dos estudantes, identificadas por meio de atividades propostas de maneira online (Ribeiro et al., 2022). A partir das respostas dos alunos ao formulário *online*, que abordava conceitos sobre o Modelo Atômico de Bohr, níveis de energia e deslocamento dos elétrons entre esses níveis, foi possível a adaptação do conteúdo para a aula presencial, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais objetiva, específica e eficiente. A minuciosa avaliação das respostas ao questionário, permitiu às pibidianas detectar áreas de dificuldade e equívocos conceituais relevantes relacionados ao conteúdo, levando-as a elaborar um plano de aula direcionado especificamente para abordar esses conceitos, esclarecendo as dúvidas expressas pelos participantes.

Na segunda fase da intervenção didática, as pibidianas realizaram um bate-papo com os alunos, considerando que as principais dificuldades deles, percebidas na metodologia *Just-in-Time Teaching*, estavam relacionadas à compreensão e representação de átomos, segundo o modelo abordado pela dinâmica, nos estados fundamental e excitado. Na sequência, as pibidianas empregaram a metodologia Rotação por Estações juntamente aos Três Momentos Pedagógicos.

O ambiente escolhido para a execução da intervenção presencial foi o laboratório da instituição de ensino, organizado com quatro bancadas, representando as estações. Para cada uma das três primeiras estações, foi designada uma atividade correspondente a um dos Três Momentos Pedagógicos. A quarta e última estação foi reservada para um momento de reflexão, onde os alunos foram incentivados a dar *feedback* sobre o processo de aprendizado, resultante da aplicação da intervenção.

Com base na teoria de Vygotsky, a escola deve iniciar o processo de ensino a partir do conhecimento prévio do aluno, utilizando suas ideias e percepções cotidianas como ponto de partida (Vygotsky, 2000). Neste contexto, uma estação representou o primeiro momento pedagógico – a problematização inicial –, onde foram apresentadas situações que os estudantes conheciam; nesta dinâmica, foi representada pela discussão sobre o fenômeno dos fogos de artifícios. Para tanto, na estação foi proposta a leitura de um texto intitulado “Você conhece a química dos fogos de artifício?” (Figura 2), publicado pelo

Conselho Federal de Química (2019). Logo após, ainda como problematização inicial, os alunos foram encorajados a resolver uma cruzadinha chamada “A química do réveillon”, que continha pistas baseadas nas informações presentes no texto (Figura 3).

"Você conhece a Química por trás dos fogos de artifício?"

O espetáculo da queima de fogos no Réveillon e em uma série de outras comemorações encanta pela explosão de cores e formas. Como na maior parte das situações cotidianas, também tem Química neste processo.

A explicação científica é simples: alguns materiais podem emitir luz quando excitados e isso ocorre quando os elétrons dos átomos absorvem energia e passam para níveis externos (maior energia). Ao retornar para os níveis de origem (menor energia), eles liberam a energia absorvida na forma de um fóton de luz. Esse fenômeno chama-se luminescência.

Quem explica é o presidente do Conselho Federal de Química, José de Ribamar Oliveira Filho. Segundo ele, a luminescência é usada, entre outras aplicações, na produção dos fogos de artifício. Os foguetes, geralmente, contêm um cartucho de papel no formato de cilindro recheado de carga explosiva. Essa carga diz respeito ao propelente, o responsável por disparar os fogos. "A pólvora é um dos propelentes mais utilizados. Possui, em sua composição, uma mistura de salitre (nitrato de potássio), enxofre e carvão. Perclorato de potássio (KClO₄) também pode ser usado como propelente. Ele é extremamente sensível ao calor", detalha.

Segundo ele, os fabricantes misturam sais de diferentes elementos a pólvora para deixar os fogos de artifício coloridos. Assim, quando detonados, os fogos produzem cores diferentes. "Se colocar o cloreto de cálcio, teremos a cor laranja. O verde surge a partir do cloreto de bário. E, assim, se trabalha a composição das cores no artefato", explica.

Fonte: Conselho Federal de Química, 2019

Fonte: Conselho Federal de Química, 2019.

Figura 2 - A química dos fogos de artifício

A Química no Réveillon

1 Mistura de Nitrato de potássio, enxofre e carvão
 2 Modelo Atômico que considera os níveis de energia
 3 Elementos da tabela periódica que compõem o sal que da origem a uma chama verde
 4 Luz gerada quando o elétron retorna ao seu estado fundamental
 5 Nível eletrônico mais externo de um átomo
 6 Manto usado em festas de fim de ano
 7 Responsável por fornecer calor para estourar os fogos de artifício
 8 Emissão de luz por parte de um corpo

Figura 3 – Cruzadinha

Na outra estação, foi proposta uma atividade correspondente ao segundo momento pedagógico, que, por sua vez, trata da organização do conhecimento, considerando o estudo sistemático dos conceitos envolvidos na atividade proposta. Nessa atividade, foi proposto que, após o entendimento do conceito descrito, os alunos deveriam relacionar o nome com o significado (Figura 4). Na atividade, os alunos precisavam, a partir do conhecimento construído nos vídeos e no debate, relacionar os nomes e os significados.

1) Camada de Valência	() Refere-se às camadas eletrônicas ou orbitais onde os elétrons de um átomo estão localizados.
2) Nível de Energia	() introduzir a ideia de órbitas quantizadas e quantização de momento angular. Desempenhou um papel importante para a compreensão dos espectros de emissão de átomos.
3) Estado Excitado e Fundamental	() realizado principalmente ao se estudar o conceito do modelo atômico de Rutherford-Böhr, pois foi por meio desse modelo que se introduziu o conceito de transição eletrônica . Por meio desse experimento é possível identificar o elemento que está presente no composto através da cor apresentada pela chama.
4) Luminescência	() Estado de maior ou menor energia de acordo com a distribuição dos elétrons, no caso para que passe para o estado de maior energia necessita-se de algum tipo de estímulo.
5) Modelo Atômico de Niels Bohr	() Nível mais externa do átomo, do qual se adiciona ou retira elétrons.
6) Teste de Chama	() Fenômenos que envolvem a absorção de energia e sua posterior re-emissão.

Figura 4 - Conceitos e significados

O último momento pedagógico, que trata da aplicação do conhecimento assimilado nas outras atividades, fez-se presente noutra estação. Nessa, as pibidianas propuseram a realização de um experimento chamado Teste de Chama, que é simples de ser realizado e ajuda a aplicar conceitos como níveis de energia e transição eletrônica. Neste experimento, cada sal queimado emite uma cor diferente na chama, a qual é determinada pela quantidade de energia absorvida pelo elétron, e depois liberada em forma de fóton (luz). Cada aluno realizou a queima de um sal de sua escolha. No Quadro 1, é possível observar os sais disponibilizados para a queima, além da cor característica quando realizado o teste de chama.

Quadro 1 - Sais e suas cores

Nome do Sal	Cor Esperada
Cloreto de Sódio (NaCl(s))	Amarelo
Cloreto de Potássio (KCl(s))	Violeta
Cloreto de Bário (BaCl ₂ (s))	Verde
Cloreto de Estrôncio (SrCl ₂ (s))	Vermelho
Sulfato de Cobre (CuSO ₄ (s))	Azul



Figura 5 - Teste de Chama

Na Figura 5, é possível observar duas alunas realizando o teste de chama com os sais que escolheram; uma delas queimou um sal que emitiu a cor amarela, enquanto a outra queimou um sal que emitiu a cor vermelha. Essas cores são provenientes dos sais cloreto de sódio e cloreto de estrôncio, respectivamente; logo, sendo possível perceber a mudança de cor da chama durante a queima do sal, contribuindo para desenvolver a atenção voluntária dos estudantes presentes nesta estação, tornando mais potencializada a relação entre as outras atividades e o experimento.

Como última estação da dinâmica, sendo a última bancada pela qual os grupos passariam, os estudantes foram convidados a escrever uma opinião curta sobre o que foi possível assimilar e quais os elementos que eles mais gostaram nas atividades. Isso é importante porque, de acordo com Vygotsky (2008), o papel que a escola desempenha na

vida do indivíduo é de extrema importância, pois deve disseminar, de maneira eficaz, os conhecimentos necessários para o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais sofisticadas. No entanto, a mera presença do estudante em sala de aula não garante que o mesmo esteja conseguindo aprender e aplicar aquilo que lhe está sendo ensinado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na perspectiva teórica de Vygotsky, o papel desempenhado pelas pibidianas na promoção dos processos de ensino e aprendizagem está intrinsecamente associado à mediação do conhecimento e ao planejamento das atividades estruturadas, que englobaram pesquisa, resolução de questões específicas e exposições, visando facilitar a expansão do saber. Contudo, essa abordagem se tornou possível quando as pibidianas, por meio da metodologia *Just-in-Time Teaching*, se empenharam em compreender o perfil do grupo de alunos com os quais iriam interagir, suas percepções, interesses, conhecimentos prévios e, a partir disso, considerar esses elementos como ponto de partida para a construção do conhecimento (Vygotsky, 2008).

Como resultado para o desenho acima, no Quadro 2 é possível observar as respostas e as dúvidas frequentes por turma ao questionário, disponibilizado previamente aos alunos na tarefa de leitura via metodologia *Just-in-Time Teaching*, conforme Figura 1.

Quadro 2 - Dúvidas frequentes após a resposta do questionário

Resposta	Turma	Dúvida Descrita
R1	3TA	Não consegui fazer a questão 3, onde é necessário desenhar. Mas a explicação da questão seria: No estado fundamental, os elétrons ocupam órbitas de menor energia. Para se tornarem excitados, absorvem energia e saltam para órbitas mais afastadas do núcleo. Ao retornarem ao estado fundamental, emitem luz, criando cores características em fogos de artifício.
R2	3TA	Não entendi muito bem a questão 3 sobre o desenho, não consegui fazer o desenho e colocar na atividade.
R3	3TI	Não, eu consegui compreender o assunto
R4	3TI	Sim, na questão 3 fiquei um pouco em dúvida em relação aos desenhos.
R5	3TA	Não consegui realizar a terceira questão por completo.

R6	3TI	Por enquanto não há dúvidas
R7	3TI	Não, seu pra entender tudo perfeitamente!
R8	3TI	Não, deu para entender os assuntos com os três vídeos.
R9	3TA	Não consegui fazer o desenvolvimento do desenho da atividade número 3

A partir dos dados no Quadro 2, que apresenta uma síntese das respostas obtidas durante a revisão individual do conteúdo por meio dos vídeos disponibilizados, alguns estudantes demonstraram uma revisão bem-sucedida do material, não apresentando dúvidas complexas. Contudo, ao analisar as respostas predominantes, constatou-se que a questão 3 do questionário provocou maior desconcerto, conforme Figura 6.

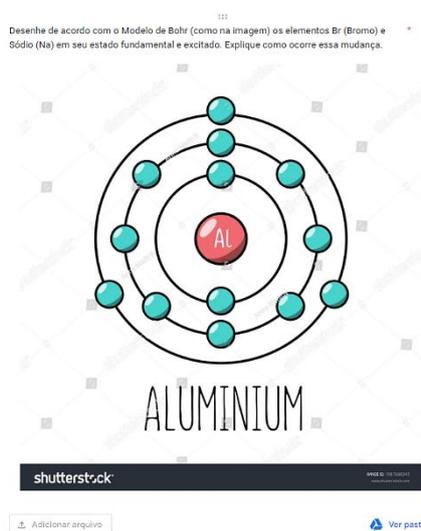


Figura 6 - Questão 3

Diante dessa incerteza identificada, as pibidianas direcionaram esforços para esclarecer novamente a questão em pauta, reiterando os conceitos essenciais solicitados, além de oferecer auxílio na resolução do questionamento e na elaboração dos desenhos correspondentes. Consequentemente, a Figura 7 apresenta as respostas de alguns alunos referentes à Questão 3, exemplificando algumas das soluções alcançadas pelos sujeitos que conseguiram atender aos requisitos solicitados. Nesse sentido, afirma-se que a ação das pibidianas em perceber as dúvidas dos alunos e explicar novamente o conteúdo, resultando em aprendizagem, está intimamente ligada à teoria de Vygotsky.

Afinal, essa abordagem reflete a importância da interação social e da mediação na construção do conhecimento, enfatizando a ideia de Vygotsky quando ele argumenta que a aprendizagem ocorre de forma mais expressiva quando os alunos recebem suporte adequado de um professor ou colega mais experiente, especialmente dentro da ZDP, onde os desafios estão um pouco além do alcance imediato do aluno. Ao reconhecer e responder às dúvidas dos alunos, as pibidianas atuaram como intermediadoras, ajudando os sujeitos a avançar em direção a uma compreensão mais profunda do conteúdo.

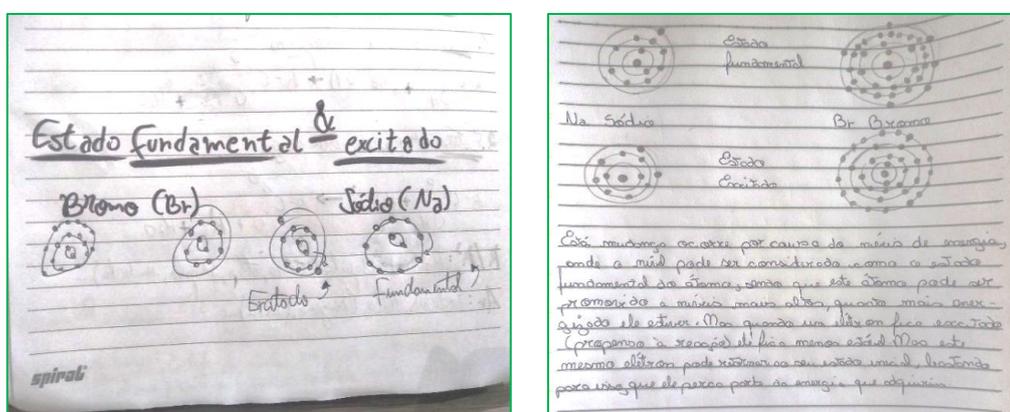


Figura 7 - Respostas da Questão 3 após intermediação pibidiana

Conforme Segura e Kalihl (2015), a eficácia da aprendizagem ativa é alcançada quando o estudante adquire a habilidade de questionar, interagir e discutir sobre o tema em estudo, capacitando-se a construir o conhecimento em vez de simplesmente recebê-lo passivamente. Assim, a promoção de uma resposta adequada às demandas estabelecidas ao estudante após essa iniciativa, conforme preconizado pela metodologia *Just-in-Time Teaching*, que promove a abertura para a exposição de dúvidas, ilustra como o planejamento da exposição teórica, baseada nas lacunas percebidas, viabiliza a aquisição do conhecimento de forma mais sólida pelo estudante. Isso facilitou a internalização dos conhecimentos pelos alunos, através da mediação social, e instigou a serem capazes de empregar seus próprios conhecimentos na resolução dos problemas propostos.

Além disto, o papel atribuído ao "professor vygotskyano" reside na mediação e intervenção na ZDP dos estudantes. Isso implica em estabelecer o diálogo e compreender o grupo de alunos, a fim de auxiliar na transição do conhecimento da ZDP para a ZDR (Rego, 1995). Contudo, se há muito que os alunos podem absorver do docente, certamente

há muito também que o docente pode aprender com seus alunos e, portanto, além da avaliação das respostas obtidas via questionário, como etapa final da intervenção, optou-se por solicitar aos estudantes um *feedback*, no qual eles pudessem expressar suas percepções sobre a intervenção e apontar pontos que requerem aprimoramento.

Quadro 3 - Feedbacks dos Estudantes

Resposta	Turma	Percepções Discentes
R1	3TI	Foi uma aula diferente do comum. Pude rever conceitos aprendidos e aplica-los na prática. Professoras atenciosas e com fala concisa.
R2	3TI	Achei muito massa esse teste de chama, foi realmente muito divertido, cada sal colocado no fogo mudou de cor pela. Elas são ótimas ensinando.
R3	3TI	Achei a aula bem interessante, a parte do fogo colorido foi muito legal, realmente fazer o experimento. Os exercícios estavam condizentes com o conteúdo apresentado em sala.
R4	3TA	Eu achei a experiência muito boa, consegui entender mais sobre o assunto. Conseguimos responder tudo, as professoras são muito atenciosas, ajudaram e tiraram todas as nossas dúvidas. Ver o fogo mudando de cor foi muito legal.
R5	3TA	Hoje a experiência foi incrível, aprendi mais do que dentro de sala, as professoras me explicaram algumas coisas, simplificaram. Me fez entender de uma forma clara sobre estado excitado e fundamental do átomo, luminescência e teste de chama. Acredito que meus colegas também aprenderam muito hoje.
R6	3TA	Gostei do experimento, a mudança de cor na chama para mim foi incrível, gostei da variação de cor, química na prática é muito bom.

No Quadro 3, são apresentadas algumas das percepções manifestadas pelos alunos durante a dinâmica das metodologias utilizadas, onde se observa que a maioria dos estudantes demonstrou grande interesse pela abordagem fenomenológica da química, como evidenciado pelas respostas R2 e R3. No entanto, alguns alunos procuraram esclarecer dúvidas e aprofundar a compreensão dos conceitos abordados, exemplificado pela resposta do aluno na R5. Portanto, torna-se importante a contínua concepção e implementação de metodologias similares, a fim de que os estudantes compreendam não

apenas os fenômenos visíveis, mas percebam a importância em compreender o que se passa ao nível microscópico.

Ainda em relação às percepções dos alunos sobre a atividade, é possível perceber a relação com a teoria de Vygotsky, dado que a experiência de revisar e aplicar conceitos aprendidos na prática, reflete a ideia central de que a aprendizagem ocorre por meio da interação com o ambiente físico e social. Além disso, a mediação das PIBIDIANAS durante o experimento demonstra a importância dos “adultos mais capazes” no processo de aprendizagem, como defendido por Vygotsky.

A clara compreensão do conteúdo expressa pelos alunos após a aula, sugere que a interação social e a orientação das PIBIDIANAS contribuíram para a aprendizagem. Ainda, é possível destacar que o engajamento e o interesse dos alunos durante o experimento refletem a crença de Vygotsky, de que a motivação emocional é crucial para uma aprendizagem eficaz. A análise dos resultados sugere que os alunos foram capazes de assimilar os conceitos apresentados e aplicá-los de forma prática, demonstrando uma compreensão sólida e a capacidade de expressar ideias de maneira clara e organizada.

Além disso, o reconhecimento do papel da interação social e da orientação das PIBIDIANAS na contribuição para a aprendizagem destaca a importância do diálogo e da colaboração na construção do conhecimento científico. Ou seja, o engajamento e o interesse demonstrados pelos alunos durante o experimento também são indicativos de uma compreensão mais profunda, ao refletirem não apenas a compreensão intelectual, mas a conexão emocional com o material de estudo, corroborando a ideia de Vygotsky de que a motivação emocional é crucial para uma aprendizagem eficaz.

Ademais, um dos postulados de Vygotsky enfatiza que a escola somente pode garantir o sucesso dos processos de ensino e aprendizagem quando tem conhecimento do nível de desenvolvimento dos estudantes em relação às habilidades requeridas. Além disso, direciona-se a orientar o ensino para estágios de desenvolvimento ainda não alcançados, ao invés de persistir em ensinar conceitos já assimilados (Oliveira, 1997). Nesse contexto, a aplicação de metodologias semelhantes às utilizadas neste estudo assume um papel de suma importância, uma vez que fornece ao professor a compreensão

do progresso do aluno em relação ao conteúdo, identificando os pontos que necessitam de reforço.

De outra forma, as percepções resumidas dos alunos no Quadro 3, revelam um impacto profundo na aprendizagem científica, ao influenciarem diretamente a motivação, a compreensão e as habilidades práticas. Isto é, o entusiasmo demonstrado durante o experimento prático, aumentou a motivação dos alunos para explorar e compreender os conceitos científicos de forma mais significativa. Além disso, a exploração direta de conceitos em situações do mundo real, como uma das estações, considerando o texto e os vídeos, promoveu uma compreensão mais profunda e duradoura do conteúdo, ao mesmo tempo que desenvolveu habilidades práticas essenciais, como observação e análise de dados, na estação de experimentos.

A interação com as pibidianas durante essas atividades proporcionou mediação e orientação, auxiliando os alunos a conectar suas experiências práticas com os princípios científicos subjacentes. Além disso, a aprendizagem colaborativa durante o experimento em grupo, ou até mesmo na resolução dos exercícios e nas palavras-cruzadas, facilitou a troca de ideias e o desenvolvimento coletivo do conhecimento, refletindo a importância da interação social na teoria de Vygotsky. Em conjunto, esses aspectos contribuíram para uma experiência de aprendizagem mais rica na educação científica, preparando os alunos com conhecimento teórico, habilidades práticas e uma compreensão profunda dos princípios científicos.

Nesse sentido, a intervenção pedagógica se alinha à teoria de Vygotsky de forma significativa ao permitir que o conhecimento fosse construído por interações recíprocas entre os indivíduos. Isso também corrobora com o que foi afirmado por Neves e Damiani (2006), onde a socialização precede a individualização; o aprendizado ocorre inicialmente no contexto social e, em seguida, o conhecimento é internalizado. Portanto, a intervenção pedagógica permitiu que as pibidianas atuassem como “professoras Vygotskianas”, servindo como intermediadoras entre o conhecimento e o aluno.

CONCLUSÃO

Diante do contexto apresentado, ao integrar as três metodologias ativas de maneira sinérgica com a Teoria Sociocultural de Vygotsky, foi possível observar que, mediante a adaptação das pibidianas, além de ocorrer uma interação coletiva com a turma, pode-se estabelecer uma interação individualizada por meio de trocas de experiências, diálogo e a implementação de metodologias diversificadas, culminando em resultados positivos.

No que concerne ao processo de aprendizagem, verifica-se um notório interesse dos alunos pelo conteúdo, mesmo quando previamente abordado em sala de aula. Esse fenômeno decorre da apresentação inovadora e dinâmica da interseção entre as metodologias, que estimulou a curiosidade e fomentou o desenvolvimento do pensamento crítico e científico dos alunos. A abordagem centrada nas metodologias ativas e na teoria de Vygotsky propiciou uma experiência pedagógica mais enriquecedora, permitindo aos alunos uma compreensão mais profunda e contextualizada dos conceitos, cooperando para a formação sólida de conhecimento.

Portanto, essa pesquisa adquire significância em virtude da investigação e da análise das metodologias ativas, sua concomitante interação com as singularidades de cada discente e suas modalidades de aprendizado. A atenção minuciosa dispensada aos resultados positivos revela-se notável, mesmo diante das limitações temporais impostas às respectivas aplicações, restrições espaciais no ambiente laboratorial e desafios intrínsecos às disparidades de conhecimento e ensino entre as turmas abordadas. Essas disparidades decorrem da diversidade de níveis de proficiência e compreensão do conteúdo, representando um desafio adicional na implementação efetiva das metodologias em questão.

É relevante ressaltar que, apesar das limitações temporais, espaciais e de conteúdo, a abordagem centrada nas metodologias ativas e na consideração das individualidades dos alunos, demonstrou-se eficaz na promoção de resultados interessantes. Este fenômeno sugere que, mesmo diante de circunstâncias adversas, a estruturação adequada das metodologias ativas, alinhada com a Teoria Sociocultural, permitiu a construção de

ambientes pedagógicos propícios ao desenvolvimento cognitivo e à construção coletiva do conhecimento.

Ademais, a interseção entre as metodologias ativas, a “perspectiva vygotskyana” e a incorporação das experiências prévias das pibidianas, constitui um alicerce sólido para o avanço no entendimento do fazer o ensino de química. Esta abordagem, embora confrontada por desafios inerentes ao contexto educacional, destaca-se pela sua efetividade em estimular o interesse, promover a participação ativa e instigar o pensamento crítico, elementos essenciais para a formação científica e acadêmica dos estudantes envolvidos.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Roberto G.; DE LOURDES BATISTA, Irinéa. Vygotsky: um referencial para analisar a aprendizagem e a criatividade no ensino da Física. **Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências**, p. 49-67, 2018. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec201818149>
- BARRA, Alex dos S. B. Uma Análise do Conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal. **Revista Vale**, 2014. <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v12i1.1328>
- BEDIN, Everton; DEL PINO, José C.. Aprendizagem colaborativa nas redes sociais e a qualificação dos processos de ensino e aprendizagem. **Revista Interações**, v. 14, n. 47, 2018. <https://doi.org/10.25755/int.7138>
- CAMARGO, Fausto; DAROS, Thuinie. **A sala de aula inovadora-estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Penso Editora, 2018.
- CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA. **Você Conhece a Química por trás dos fogos de artifício?** 2019. Disponível em: <https://cfq.org.br/noticia/voce-conhece-a-quimica-por-tras-dos-fogos-de-artificio/>. Acesso em: 11 outubro 2023.
- COSTA, Adriana J. F. da. **Uma abordagem indutiva da gramática na aula de língua estrangeira**. Universidade do Porto, 2014. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/77722/2/33784.pdf>. Acesso em: 07 agosto 2024.
- DA SILVA, Juarez B. **A utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 1992.

FELBER, Denise; KRAUSE, João C.; VENQUIARUTO, Luciana D. O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 1, n. 2, 23 ago. 2018. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2018v1i2.8152>

FERREIRA, Celeste R.; ARROIO, Agnaldo. Visualizações no ensino de química: concepções de professores em formação inicial. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 199-208, 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_3/09-PE-32-12.pdf. Acesso em: 11 outubro 2023

GONZÁLEZ REY, Fernando; PATIÑO TORRES, José F. La Epistemología Cualitativa y el estudio de la subjetividad en una perspectiva cultural-histórica. Conversación con Fernando González Rey. **Revista de Estudios Sociales**, n. 60, p. 120-127, 2017. <https://journals.openedition.org/revestudsoc/736>

HEIDRICH, Robson A.; ALMEIDA, Caroline M. M. de; BEDIN, Everton. Observações e práticas pedagógicas de Química baseadas nas tecnologias digitais no Ensino Médio. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista-ENCITEC**, v. 12, n. 1, p. 167-185, 2022. <https://doi.org/10.31512/encitec.v12i1.671>

KURZ, Débora L.; BEDIN, Everton. As potencialidades das tecnologias de informação e comunicação para a área das ciências da natureza: uma investigação em periódicos da área. **Interfaces da Educação**, v. 10, n. 30, p. 199-220, 2019. <https://doi.org/10.26514/inter.v10i30.3932>

LIMA, Taila T. B. **Contribuições de Vygotsky para o ensino de física com Metodologias Ativas**. 2023, 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Bauru – SP, 2023.

MARCONDES, Nilsen A. V.; BRISOLA, Elisa M. A. Análise por triangulação de métodos: um referencial para pesquisas qualitativas. **Revista Univap**, v. 20, n. 35, p. 201-208, 2014. <https://doi.org/10.18066/revunivap.v20i35.228>

MORÁN, José. **Mudando a educação com metodologias ativas**. USP, 2015.

NEVES, Rita de A.; DAMIANI, Magda F. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **UNirevista**, v. 1, n. 2, 2006.

NOVAK, Gregor M. et al. **Just-in-time teaching: blending active learning with web technology**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

OLIVEIRA, Marra K. de. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento Um processo sócio-histórico**. USP, 1997. 111 p.

PRAÇA, Fabíola S. G. **Metodologia da pesquisa científica: organização estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusão**. **Revista Eletrônica “Diálogos Acadêmicos**, v. 8, n. 1, p.72-87, 2015.

REGO, Teresa C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. São Paulo: Vozes, 1995. 131 p.

REGO, Teresa C. **Vygotsky: Uma perspectiva Histórico-Cultural da educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

RIBEIRO, Bruna S. et al. Just-in-Time Teaching para o Ensino de Física e Ciências: uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0075>.

SEGURA, Eduardo; KALHIL, Josefina B. A Metodologia Ativa como proposta para o Ensino de Ciências. **Revista Reamec**, 2015. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/5308/3503> . Acesso em: 05 jan 2024.

SERBIM, Flávia B. N.; DOS SANTOS, Adriana C. Metodologia ativa não ensinada em Química. **Revista Eletrônica de Educação em Ciências**, 2021. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7768691>. Acesso em: 07 jan 2024.

SILVA, Vitor de A.; SOARES, Márlon H. F. B. Conhecimento prévio, caráter histórico e conceitos científicos: o ensino de química a partir de uma abordagem colaborativa da aprendizagem. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 209-219, ago. 2013.

VENTURA COSTA, Leoni; SANTOS, Sandra A.; VENTURI, Tiago. Metodologias Ativas na Educação Básica: compreensões de professores de Ciências da Natureza. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 6, n. 6, p. 379-394, 28 dez. 2023. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2023v6n6.13425>

VYGOTSKY, Lev. **A formação social da mente**. 4.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, Lev. **Interacción entre aprendizaje y desarrollo**. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores, p. 123-140, 2000.

VYGOTSKY, Lev. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.