



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

O ensino de geometria molecular na perspectiva da investigação em sala de aula do Ensino Médio

Bruna Botelho Silva (PG)*, Caroline Pereira Roldão (PG), Jaqueline Ritter (PQ).

Palavras-Chave: Teoria Histórico-Cultural; Representações; Ensino de química

Área Temática: Ensino, Avaliação e Aprendizagem

Resumo: Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa desenvolvida com uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, cujo objetivo foi investigar como a proposta didática favorece a transição dos conceitos espontâneos dos estudantes para os conceitos científicos relacionados à geometria molecular. A proposta didática envolveu a inserção de “signos e ferramentas mediadoras” no processo de aprendizagem, buscando promover a apropriação dos conteúdos e conceitos por meio da interação e da mediação simbólica. A metodologia adotada foi baseada na investigação em sala de aula com atividades que incentivaram a participação ativa dos alunos e a construção coletiva do conhecimento. A análise dos dados foi fundamentada na Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky (1991), a qual compreende o aprendizado como um processo mediado social e culturalmente. Os resultados indicam indícios de apropriação, por parte dos estudantes, de modelos representativos de moléculas, bem como de conceitos como geometria molecular, ângulos de ligação, ligações químicas e os diferentes tipos de geometria (angular, linear, entre outras). A pesquisa reforça a importância de práticas pedagógicas que ao utilizarem a mediação e a investigação promovem a construção de significados, contribuindo para uma aprendizagem mais eficaz no ensino de Química.

INTRODUÇÃO

A aprendizagem de Química, no Ensino Médio, frequentemente se apresenta como um processo complexo, que exige dos estudantes não apenas a memorização, mas também a capacidade de interpretar fenômenos abstratos por meio de diferentes linguagens e representações (Pauletti; Rosa; Catelli, 2014). Nesse contexto, a perspectiva sociocultural de Vygotsky (1991) ressalta a importância da interação social e do papel das ferramentas mediadoras no desenvolvimento cognitivo, permitindo que os alunos construam significado para conceitos abstratos, complexos. Diante desse cenário, esta pesquisa busca responder a seguinte questão: De que maneira uma proposta didática com abordagem investigativa, que emprega ferramentas mediadoras, favorece a transição dos conceitos espontâneos dos estudantes para os conceitos científicos relacionados à geometria molecular?

Johnstone (1982) propôs que o aprendizado eficaz em Química depende da articulação entre três níveis de representação: o nível macroscópico, relacionado à observação dos fenômenos; o simbólico, que se refere à linguagem e notação científicas; e o submicroscópico, que aborda a

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

compreensão das partículas, como átomos, íons e moléculas. A integração e o domínio desses três níveis são fundamentais para a construção do conhecimento químico, sendo a falta de conexão entre eles um dos principais fatores associados às dificuldades de aprendizagem na área.

Para facilitar a compreensão de conceitos complexos, o emprego de ferramentas de mediação, como modelos concretos e virtuais, além de representações simbólicas e visuais são indispensáveis. Adicionalmente, a implementação de uma abordagem de pesquisa investigativa em sala de aula, alinhada aos princípios de Vygotsky (2009) sobre a construção social do conhecimento, permite que os estudantes se engajem ativamente na descoberta e na resolução de problemas, promovendo uma aprendizagem cujos significados para os conceitos, evoluam de maneira mais eficaz e menos passiva.

Atividades que utilizam a modelagem molecular, por meio de recursos virtuais e físicos configuram uma estratégia eficaz. Elas visam aprimorar a capacidade de representação dos alunos e auxiliar na aprendizagem de tópicos que demandam visualização tridimensional (3D). Nesse sentido, sob a ótica da semiótica de Vygotsky (2009), as representações visuais, como as estruturas moleculares 3D, atuam como signos auxiliares evocativos que estabelecem um significado direto com a palavra a ser lembrada (o nome da geometria molecular). Tais representações já estariam presentes na mente do estudante, fundamentadas em construtos psicológicos formados em seu contexto social e cultural, dispensando a necessidade imediata de conceitos científicos mais elaborados para seu reconhecimento inicial. Portanto, a construção da representação 3D é particularmente benéfica para o entendimento de estruturas moleculares, contribuindo para que o estudante transite do nível simbólico para o submicroscópico (Pontes; Maia; Pontes, 2024).

Nesse âmbito teórico, o presente artigo teve como objetivo investigar de que forma a proposta didática, pautada na investigação e no uso de signos e ferramentas mediadoras, pode favorecer a transição dos conceitos espontâneos dos estudantes para a apropriação dos conceitos científicos de geometria molecular.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A sala de aula de química, do Ensino Médio, pensada a partir dos princípios metodológicos da investigação, é sempre um desafio para o planejamento docente.

No componente curricular de Química, para o 2º trimestre, está previsto o desenvolvimento do seguinte Objeto do Conhecimento: "Geometria Molecular",

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

conforme indicado na Matriz de Referência da Rede Estadual do Rio Grande do Sul para o ano de 2025, no âmbito da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, destinado à 1ª série do Ensino Médio. A partir desse Objeto do Conhecimento, a Matriz propõe o desenvolvimento da habilidade EM13CNT301, que consiste em: construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais, a fim de construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. Dessa forma, elaborou-se o Plano de Aula “Introdução à Geometria Molecular” como ponto de partida para o desenvolvimento dessa habilidade por meio deste objeto do conhecimento. O planejamento contemplou a realização de duas aulas consecutivas, com duração de 50 minutos cada.

A presente pesquisa, é parte de um estudo maior, que caracteriza-se como um estudo de caso de natureza qualitativa, utilizando como procedimento a pesquisa de campo no ambiente educacional, da professora-pesquisadora. Esta abordagem, conforme argumentam Lüdke e André (1986) é adequada para estudos que buscam compreender fenômenos complexos em seu contexto natural, como é o caso das interações e dos processos de ensino-aprendizagem que ocorrem em uma sala de aula. Dentro desta abordagem qualitativa, a análise da prática pedagógica planejada e executada será orientada por um duplo referencial teórico. Primeiramente, a Teoria Histórico-cultural de Vygotsky (1991), que compreende a aprendizagem como um processo eminentemente social e mediado. Em segundo lugar, a tipologia dos conteúdos de ensino, consolidada por autores como Antoni Zabala (1998) e César Coll (1997), que estrutura o planejamento em três dimensões: conceitual, procedimental e atitudinal.

O livro *Multiversos: Ciências da Natureza – Ciência, Tecnologia e Cidadania*, de Godoy (2020), utilizado na elaboração do plano de aula, encontra-se em consonância com as diretrizes do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2021. Na Unidade 1, o Tema 2 intitula-se “Investigações Científicas” e aborda as etapas envolvidas nesse tipo de processo. A obra enfatiza que, para a realização de uma investigação científica, é necessário mobilizar o pensamento científico, o qual se estrutura a partir de etapas bem definidas. Além disso, destaca que esse tipo de raciocínio não se limita ao ambiente escolar ou acadêmico, podendo também ocorrer em situações cotidianas (Godoy, 2020).

As etapas de uma investigação científica podem variar amplamente, já que, como destaca Godoy (2020), os objetos de estudo são diversos, o que resulta em procedimentos distintos para cada investigação. Ainda assim, o autor apresenta um modelo geral que pode ser seguido nesse tipo de processo. Em

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

geral, uma investigação científica tem início com um questionamento ou problema. A partir disso, elaboram-se hipóteses que orientam o desenvolvimento da pesquisa. Em seguida, essas hipóteses são testadas por meio da coleta e análise de dados, seguidas da interpretação dos resultados e da formulação de uma conclusão. Essa etapa final permite revisitar e reavaliar a hipótese inicial, confirmando-a ou reformulando-a conforme os achados da investigação (Godoy, 2020). Seguindo esses fundamentos da pesquisa, a aula foi organizada em seis momentos distintos, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Atividades, conforme os momentos do plano de aula

Momento 1	Iniciar a aula com uma "Tempestade de ideias". Dividir o quadro em duas colunas: "GEOMETRIA" e "MOLÉCULA". Instigar os alunos a compartilharem palavras e ideias associadas a cada termo, atuando como mediadora para registrar e organizar os conceitos espontâneos da turma.
Momento 2	Utilizar a televisão para apresentar as definições formais de Geometria e Molécula, validando e aproximando o conhecimento prévio dos alunos com os conceitos científicos.
Momento 3	Após a coleta de ideias, lançar a pergunta-ponte: "De que maneira esses dois mundos, o das formas e o das moléculas, podem se conectar?". Introduzir o conceito unificado de "Geometria Molecular" como o estudo da forma tridimensional das moléculas. Apresentação da "Regra de Ouro": Explicar de forma simples e analógica a Teoria da Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência (VSEPR), utilizando a metáfora dos "elétrons que se repelem e buscam a maior distância possível".
Momento 4	Distribuir uma folha, para a leitura guiada, com introdução à Geometria molecular, apresentando as três geometrias, abordadas na aula (Linear, Angular e Trigonal Plana) e seus critérios de identificação, usando o material impresso como ferramenta de mediação.
Momento 5	Dividir a turma em pequenos grupos e distribuir os materiais para a construção dos modelos (bexigas coloridas ou massinha de modelar e palitos). Designar uma molécula específica para cada grupo (será entregue uma folha com as explicações da atividade): Arquitetos de Moléculas.
Momento 6	Convidar cada grupo a apresentar seu modelo para a turma.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Os focos e objetivos da aula foram organizados com base em três pilares fundamentais: o conceitual, o procedimental e o atitudinal. Essa estrutura propõe uma abordagem que visa à formação integral do estudante, superando a concepção tradicional de ensino centrada apenas na transmissão de conteúdo. Tal perspectiva foi consolidada por teóricos espanhóis como César Coll (1997) e Antoni Zabala (1998), cujas contribuições foram influentes na reforma educacional da Espanha e, posteriormente, incorporadas em documentos oficiais no Brasil, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 1998). O Quadro 2 apresenta os três focos e respectivos objetivos do plano de aula, organizados conforme esses pilares.

Quadro 2: Focos e Objetivos do plano de aula

Conceitual	Procedimental	Atitudinal
Debater o conceito científico de Geometria Molecular, partindo de suas próprias ideias (conceitos espontâneos).	Utilizar ferramentas mediadoras (bexigas, massinha) e a linguagem para, em colaboração com o grupo, representar e construir modelos tridimensionais das geometrias linear, angular e trigonal plana.	Valorizar a interação social e a troca de ideias como ferramentas essenciais para a resolução de problemas e a construção do próprio conhecimento.

Este artigo parte desses princípios supracitados, que consistiu em desenvolver o seguinte objetivo de ensino: Reconhecer que a forma das moléculas é definida pela repulsão entre os elétrons tendo como ferramenta de mediação os signos (conceitos químicos) e os modelos representativos das moléculas, usando balões e massinha de modelar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A investigação científica na aula não começou com a atividade "Arquitetos de Moléculas", mas sim no momento inaugural da aula, com a "Tempestade de ideias". Esta etapa representou a primeira fase de qualquer investigação: a formulação do problema, que, no contexto da sala de aula, corresponde à identificação dos conceitos espontâneos dos alunos (Vygotsky, 1987). Ao solicitar que os estudantes associassem livremente palavras e conceitos a "GEOMETRIA" e "MOLÉCULA", a professora, em seu papel de mediadora, não apenas diagnosticou o nível de desenvolvimento real da turma, mas também iniciou o processo investigativo ao problematizar a possível conexão entre essas duas categorias de conceitos – conceitos científicos e conceitos cotidianos ou espontâneos - , valorizando a interação social para a construção do

conhecimento, por meio da evolução na compreensão do significado dos conceitos.

Após a etapa diagnóstica, a intervenção pedagógica avançou para o fornecimento do material de apoio necessário à investigação representado na Figura 1. Este momento partindo de uma fundamentação teórica. A introdução da "Regra de Ouro" como uma explicação analógica da Teoria da Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência (VSEPR) é um ato de mediação, uma vez que, a VSEPR é um modelo muito presente em obras de referência da Química como a de Brown et al. (2018), mas sua base pode ser abstrata. Assim, a "Regra de Ouro" funciona como um instrumento semiótico de mediação. Para Vygotsky (2001) por mediação semiótica se entende tudo o que se interpõe entre o sujeito e o objeto do conhecimento, podendo ser um signo auxiliar que medeia o acesso ao princípio científico fundamental, sendo apresentado como um conjunto de conceitos e/ou uma ferramenta cognitiva operacional para os alunos produzirem significados, conforme segue:

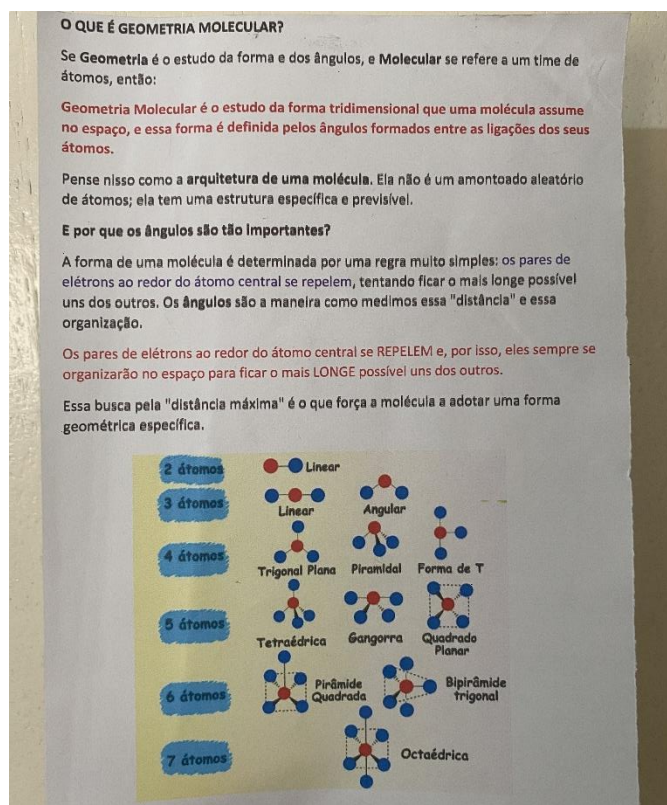


Figura 1: Folha "O que é Geometria Molecular"

De acordo com esse modelo representativo, os estudantes receberam a ficha "Arquitetos de Moléculas", que funcionou como um roteiro de investigação



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

estruturado, cujos signos auxiliares, intencionalmente inseridos no ato pedagógico, servem de instrumentos de mediação, simbólica e representacional do pensamento químico. Conforme a Imagem 2 elucida.

Ficha de Investigação: Arquitetos de Moléculas

Grupo Nº: 5
Sua Molécula-Desafio: Dióxido de Enxofre (SO_2)

Parte 1: O Plano (Investigação)

Antes de construir, vamos investigar! Observem o esquema e usem a **Regra de Ouro** (repulsão máxima) para prever a forma.

- **Esquema:** $\text{O} = \ddot{\text{S}} = \text{O}$ (um par de elétrons sobrando no Enxofre)

1. Quantos átomos estão ligados ao átomo central (Enxofre = S)? _____
2. Existem pares de elétrons "sobrando" (não ligantes) no átomo central? (Sim / Não)
3. **PREVISÃO:** Com base nisso, qual vocês acham que será a geometria? () Linear () Angular () Trigonal Plana

Parte 2: A Construção (Mão na Massa!)

Useм бexigas e massinha para construir um modelo 3D que represente a forma da sua molécula.

Parte 3: A Reflexão (Pensando Sobre o Modelo)

1. O modelo que vocês criaram é **exatamente igual** à molécula de SO_2 real? Por quê? O que o modelo de vocês mostra bem e o que ele **não consegue** mostrar sobre a realidade?
2. Qual foi a maior **vantagem** de usar бexigas para este modelo? E qual seria a vantagem de usar massinha e palitos?

- Entregar em folha separada com os nomes dos componentes dos grupos

Figura 2: Folha "Arquitetos de Moléculas"

Partindo para a fase experimental do estudo. A "Parte 1: O Plano (Investigação)" da ficha guiou os alunos na formulação de uma hipótese testável (Godoy, 2020). Eles foram levados a aplicar a regra geral (a "Regra de Ouro") a um caso específico (sua "Molécula-Desafio") para prever a geometria. A "Parte 2: A Construção (Mão na Massa!)" representou o teste da hipótese por meio da modelagem (procedimental) (Zabala, 1998).

A Figura 3, ilustra o modelo tridimensional construído pelo Grupo 5 para a molécula-desafio Dióxido de Enxofre (SO_2). O modelo produzido pelo grupo representa a geometria angular esperada. O sucesso na construção da geometria correta (não linear) demonstra que os estudantes, ao aplicarem a "Regra de Ouro" (analogia para a Teoria VSEPR), internalizaram o princípio da repulsão dos pares de elétrons. O raciocínio do grupo partiu do nível simbólico (fórmula SO_2) para o submicroscópico (a forma real), mediado pelo modelo

macroscópico (balões), evidenciando a articulação dos três níveis de representação (Johnstone, 1982). O balão maior, neste contexto, funcionou como signo para representar a repulsão exercida pelo par de elétrons não ligantes (elétrons "sobrando") no Enxofre, que "empurra" as ligações para o formato angular, superando a previsão espontânea de uma estrutura linear.

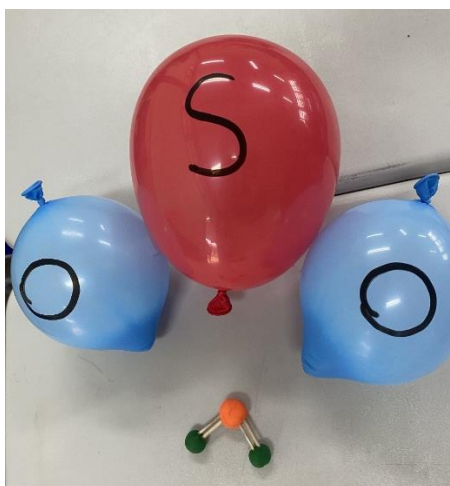


Figura 3: Molécula-Desafio criada por um grupo

A escolha dos materiais empíricos não foi aleatória: as bexigas, em particular, operam como instrumento mediador cuja natureza física espelha o próprio princípio da VSEPR, oferecendo uma analogia concreta para um fenômeno abstrato. A construção em si, realizada em grupo, promoveu a aprendizagem na Zona de Desenvolvimento Proximal ou Iminente, em que a linguagem significada na colaboração com outro sujeito mais experiente (a professora e outros colegas) permitiram ao grupo alcançar uma compreensão que seria mais difícil de atingir individualmente (Vygotsky, 2001).

Finalmente, a "Parte 3: A Reflexão (Pensando Sobre o Modelo)" concluiu o ciclo investigativo, dedicando-se à análise dos resultados, conclusão e avaliação crítica do método. As perguntas levaram os estudantes a confrontar o modelo construído com a teoria e a refletir sobre as limitações e potencialidades de suas representações. Esta etapa é fundamental, pois, como a literatura em educação científica aponta, a compreensão da natureza da ciência e de seus modelos é tão importante quanto o domínio do conteúdo em si (Atkins; Jones; Laverman, 2016).

Ao questionar as vantagens de cada ferramenta ou instrumento de mediação semiótica (bexigas vs. Massinha, e conceitos), a atividade promoveu uma reflexão sobre a própria metodologia experimental articulada a investigação em sala de aula. Este momento de metacognição é crucial para a internalização



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

(Vygotsky, 1991), transformando a participação e a internalização de sentidos e significados, que vai de uma atividade externa para uma compreensão interna e estruturada. Assim, a metodologia empregada teceu um percurso investigativo completo, que mobilizou de forma articulada os conceitos científicos e cotidianos, por meio de sua natureza conceitual, procedimental e atitudinal, justificando assim, sua relevância para uma educação científica em química que visa o desenvolvimento do pensamento científico e a autonomia intelectual.

CONCLUSÕES

A proposta de aula desenvolvida neste trabalho reforça a importância de um planejamento que considere as especificidades do ensino de Química no Ensino Médio, integrando os pilares conceitual, procedimental e atitudinal. Com base em referenciais teóricos como Vygotsky, Coll e Zabala, buscou-se promover uma aprendizagem mais eficaz e contextualizada, justamente por mobilizar sentidos e significados que pertencem ao plano simbólico e representacional do pensamento químico. O uso de estratégias de ensino e aprendizagem, que partem dos princípios da investigação em sala de aula, mostrou-se essencial para facilitar a compreensão de conteúdos e conceitos abstratos, como a geometria molecular. Da mesma forma, quando essas vêm articuladas à mediação semiótica com materiais como balões e massinha de modelar, contribuem para o desenvolvimento de habilidades e, essas por sua vez, instituem o pensamento químico, tão desejável no Ensino de Química. Assim, o desenvolvimento da autonomia e do pensamento científico dos estudantes acerca do mundo da matéria, depende de boas ferramentas de mediação semiótica, para que o mesmo possa transitar pelos 3 níveis de conhecimento, que vai desde o nível macroscópico da interpretação de fenômenos até o nível microscópico e representativo de partículas como átomos e moléculas. Fica evidente, portanto, que planejar o ensino de Química a partir do tripé conceitual, procedimental e atitudinal, com base em estratégias investigativas e mediadas, além de uma escolha metodológica, é um caminho para promover uma educação científica transformadora.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L.. **Chemical Principles: The Quest for Insight**. 7. ed. New York: W. H. Freeman, 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

BROWN, T. L. et al. **Chemistry: The Central Science**. 14. ed. New York: Pearson, 2018.

COLL, C.. **Psicologia e Currículo**. São Paulo: Ática, 1997.

GODOY, L. P. **Multiversos: ciências da natureza: ciência, tecnologia e cidadania: ensino médio**. São Paulo: FTD, 2020.

JOHNSTONE, A. H.; Macro and microchemistry. *School Science Review*, 64, 377, 1982.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

PAULETTI, F.; ROSA, M.P.A.; CATELLI, F. **A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química**. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 7, n. 3, p. 121-134, 2014. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1366>. Acesso em: 23 de julho de 2025.

PONTES, D.; MAIA, N. C.; PONTES, A. C. F. B. **O Uso do Origami Arquitetônico como Recurso Pedagógico para a Compreensão da Geometria Espacial das Moléculas**. *Revista Virtual de Química*, v. 16, n. 2, p. 1107-1123, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20240009>. Acesso em: 24 de julho de 2025.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

VYGOTSKY, L. S.; *A construção do pensamento e da linguagem*, 2ª ed, São Paulo: WMF Martins Fontes 2009.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como Ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química

