

**FORMAÇÃO DE PROFESSORES E INCLUSÃO:
METÁFORA DA BIPIRÂMIDE TRIANGULAR NO
PLANEJAMENTO DE AULAS INCLUSIVAS DE
QUÍMICA PARA OUVINTES E SURDOS**

**FORMACIÓN DE PROFESORES E INCLUSIÓN:
METÁFORA DE LA BIPIRÁMIDE TRIANGULAR EN
LA PLANIFICACIÓN DE CLASES INCLUSIVAS DE
QUÍMICA PARA OYENTES Y SORDOS**

**TEACHER TRAINING AND INCLUSION:
TRIANGULAR BIPYRAMID METAPHOR IN THE
PLANNING OF INCLUSIVE CHEMISTRY LESSONS
FOR HEARING AND DEAF STUDENTS**

DOI: <https://doi.org/10.31692/2595-2498.v7i3.396>

JOSÉ GUILHERME GOMES QUEIROZ

Graduando em Química, Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Campus Sousa, queiroz.guilherme@academico.ifpb.edu.br

JAELSON MARQUES MARTINS

Graduando em Química, Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Campus Sousa, jaelson.martins@academico.ifpb.edu.br

JOSÉ RENATO GOMES LOPES

Doutorando em Química, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Campus Joinville, jose.lobes10@edu.udesc.br

AFONSO SERAFIM JACINTO

Mestre em Informática, Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Campus Cajazeiras, afonso.serafim@ifpb.edu.br

CARLOS ALBERTO DA SILVA JÚNIOR

Doutor em Química, Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Campus Sousa, carlos.alberto@ifpb.edu.br



RESUMO

A educação é um direito fundamental para o desenvolvimento pleno do cidadão. No contexto do Ensino de Química, a inclusão na formação de professores enfrenta desafios, especialmente devido ao despreparo docente e, no caso de estudantes surdos, à falta de sinais-termo específicos na Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). Diante dessa problemática, este trabalho teve como objetivo analisar a Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT) como uma ferramenta didática para subsidiar o planejamento de aulas potencialmente inclusivas no âmbito da formação de professores. Na MBT, o conhecimento químico é estruturado em cinco níveis de representação: simbólico, microscópico, macroscópico, elemento humano e inclusão. A pesquisa, de natureza quali-quantitativa, foi conduzida em três etapas: (1) aplicação de um pré-teste, (2) ministração de aulas sobre a MBT, nas quais onze licenciandos em Química prepararam suas propostas de aulas de forma colaborativa, e (3) aplicação de um pós-teste. Os resultados evidenciaram que a utilização da MBT estabeleceu condições favoráveis à elaboração de práticas pedagógicas mais acessíveis para ouvintes e surdos, demonstrando, por meio dos dados do pós-teste, que os estudantes mobilizaram seus conhecimentos para o desenvolvimento de aulas potencialmente inclusivas. Como perspectiva, é fundamental divulgar e discutir amplamente a MBT para promover o planejamento, a execução e a avaliação de abordagens inclusivas no Ensino de Química, enquanto refletimos criticamente sobre nossa formação como professores. A inclusão deve ser uma prioridade em nossa prática pedagógica.

Palavras-chave: acessibilidade; inclusão escolar; formação de professores; educação química.

RESUMEN

La educación es un derecho fundamental para el pleno desarrollo de los individuos. En la educación química, la formación inclusiva de profesores enfrenta desafíos debido a la falta de preparación de los docentes y la carencia de términos específicos en la Lengua de Señas Brasileña (LSB) para estudiantes sordos. Este estudio tuvo como objetivo analizar la Metáfora de la Bipirâmide Triangular (MBT) como una herramienta didáctica para ayudar en la planificación de lecciones inclusivas en la formación docente. La MBT estructura el conocimiento químico en cinco niveles de representación: simbólico, microscópico, macroscópico, elemento humano e inclusividad. La investigación se llevó a cabo en tres etapas: (1) administración de un pre-test, (2) entrega de lecciones sobre la MBT, en las que once estudiantes de química desarrollaron colaborativamente sus propuestas de lecciones, y (3) administración de un post-test. Los resultados mostraron que el uso de la MBT creó condiciones favorables para desarrollar prácticas de enseñanza más accesibles para estudiantes oyentes y

sordos, como lo indica la data del post-test, que evidencia que los estudiantes aplicaron sus conocimientos para crear lecciones potencialmente inclusivas. En el futuro, es esencial difundir y discutir ampliamente la MBT para mejorar la planificación, ejecución y evaluación de enfoques inclusivos en la educación química, al mismo tiempo que reflexionamos críticamente sobre nuestra propia formación como educadores. La inclusión debe ser una prioridad en nuestras prácticas de enseñanza.

Palabras clave: accesibilidad; inclusión escolar; formación de docentes; educación química.

ABSTRACT

Education is a fundamental right for the full development of individuals. In Chemistry Education, inclusive teacher training faces challenges due to teacher unpreparedness and the lack of specific sign-terms in Brazilian Sign Language (BSL) for deaf students. This study aimed to analyze the Triangular Bipyramid Metaphor (TBM) as a didactic tool to aid in planning inclusive lessons for teacher training. The TBM

structures chemical knowledge into five levels of representation: symbolic, microscopic, macroscopic, human element, and inclusivity. The research was conducted in three stages: (1) administering a pre-test, (2) delivering lessons on the TBM, where eleven chemistry students collaboratively developed their lesson proposals, and (3) administering a post-test. The results showed that using the TBM created favorable conditions for developing more accessible teaching practices for both hearing and deaf students, as evidenced by

the post-test data indicating that students applied their knowledge to create potentially inclusive lessons. In the future, it is essential to widely disseminate and discuss the TBM to improve the planning, execution, and evaluation of inclusive approaches in Chemistry Education, while also reflecting critically on our own training as educators. Inclusion should be a priority in our teaching practices.

Keywords: accessibility; school inclusion; teacher training; chemical education.

INTRODUÇÃO

Na década de 1960, as discussões sobre a inclusão de pessoas com deficiência (PcD) no Brasil se intensificaram, impulsionadas pelo aumento das matrículas desse público, o que levou à criação de cursos de capacitação para profissionais da educação (SECUNDINO; SANTOS, 2023). Atualmente, observa-se um aumento no ingresso de estudantes surdos em escolas regulares. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Censo Escolar de 2022 registrou 61.594 matrículas de alunos surdos na Educação Básica em instituições regulares (BRASIL, 2023).

No Brasil, o principal meio de comunicação utilizado pela comunidade surda é a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). O Decreto Governamental 5.626 estabelece a inclusão da disciplina de LIBRAS em todas as esferas de ensino, trazendo inovações significativas para a educação de surdos (MENESES; FEITOSA, 2015). A aprendizagem da LIBRAS exige memória visual, expressão facial e corporal, além de agilidade manual (MENESES; FEITOSA, 2015). Segundo Lima et al. (2022), o trabalho docente deve estar alinhado com os aspectos visuais, de modo a assegurar a acessibilidade às informações e ao conhecimento.

Embora as políticas educacionais inclusivas para estudantes surdos tenham avançado na garantia de direitos, persiste a preocupação de que os esforços para a democratização do ensino e a universalização do acesso à educação ainda sejam insuficientes para combater a exclusão (BARROS, 2022; SOUZA et al., 2022; VELOZO et al., 2022; 2023). Barros (2022) aponta que os estudantes surdos enfrentam dificuldades no processo de aprendizagem, especialmente na disciplina de Química, devido a diferentes barreiras, como o despreparo da maioria dos professores para atuar adequadamente no contexto da educação inclusiva.

Na disciplina de Química, diversos termos científicos utilizados nas línguas orais ainda não estão incorporados ao léxico da LIBRAS, dificultando a compreensão de conceitos

químicos pelos discentes surdos. Isso evidencia a necessidade da criação de termos técnicos relacionados a esses conceitos em LIBRAS (STADLER, 2019; CAMPOS et al., 2022; VELOZO et al. 2024b; DA SILVA JÚNIOR et al., 2024).

Neste contexto educacional, diferentes modelos didáticos podem ser utilizados na formação de professores. Em 1993, Alex H. Johnstone propôs um modelo de ensino que abrange diferentes níveis de conhecimento, representados por um triângulo com três componentes básicos: simbólico, macroscópico e submicroscópico (JOHNSTONE, 1993). Posteriormente, Peter Mahaffy adaptou essa representação para um tetraedro, acrescentando um vértice denominado elemento humano, que ressalta a importância do contexto na era tecnológica (MAHAFFY, 2004).

Diante da ausência de representações adequadas para a educação inclusiva em Química, Da Silva Júnior (2023) realizou uma nova adaptação, introduzindo um vértice adicional denominado de inclusão, transformando o tetraedro em uma bipirâmide trigonal. Assim, em 2023 surgiu a representação imagética conhecida como Metáfora da Bipirâmide Triangular - MBT (DA SILVA JÚNIOR, 2023). Na formação de professores, o uso da MBT pode favorecer o planejamento e a execução de propostas didáticas potencialmente inclusivas tanto com alunos ouvintes quanto com alunos surdos (DA SILVA JÚNIOR et al., 2023; CAMPOS et al., 2023; VELOZO et al., 2024c).

Portanto, este trabalho teve como objetivo analisar a MBT como uma ferramenta didática para subsidiar o planejamento de aulas potencialmente inclusivas no âmbito da formação de professores de Química.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

INCLUSÃO E INTEGRAÇÃO: DISTINÇÕES E IMPLICAÇÕES NO CONTEXTO ESCOLAR

No contexto escolar, é fundamental reconhecer as diversidades educacionais existentes, pois apenas abrir as portas da escola não é suficiente para atender às necessidades individuais dos estudantes. Nesse sentido, surge a questão: qual é a diferença entre inclusão e integração? Antes de respondê-la, é importante compreender a distinção entre segregação e exclusão.

No processo educativo, a exclusão ocorre quando o aluno, com ou sem deficiência, não tem acesso à educação em nenhum nível de ensino, ou seja, o estudante é privado de qualquer forma de relação com a escola (DA SILVA JÚNIOR, 2023; VELOZO et al., 2024a). Por sua vez, a segregação ocorre quando os estudantes têm a oportunidade de participar apenas de locais exclusivos para estudantes com deficiência ou sem deficiência. Da Silva Júnior (2023) afirma

que, neste cenário, a exclusão ainda persiste, pois as escolas especiais atendem apenas os discentes com deficiência.

Na integração, o discente é incluído parcialmente em escolas regulares, porém com muitas dificuldades e inadaptação. Segundo Da Silva Júnior (2023), a integração ocorre quando um estudante com deficiência pode acessar uma escola regular para seus estudos, mas encontra diversas barreiras no processo de ensino. Por sua vez, Mantoan (1997) classifica a integração escolar, como uma forma condicional de inserção em que vai depender do aluno, ou seja, do nível de sua capacidade de adaptação às opções do sistema escolar, a sua integração, seja em uma sala regular, uma classe especial, ou mesmo em instituições especializadas. Assim sendo, Mantoan (1997) indica que os alunos com deficiência têm de se adaptar ao sistema escolar, e não a escola, oferecendo condições de permanência e aprendizagem.

Quanto à inclusão, Campos et al. (2023) argumentam que a inclusão escolar vai além da simples integração e caracteriza-se como uma oportunidade de progredir ao ajudar os estudantes a reconhecerem seu potencial. Segundo Mantoan (2003, p. 16), a “inclusão implica em uma mudança de perspectiva educacional, pois não atinge apenas alunos com deficiência e os que apresentam dificuldades de aprender, mas todos os demais, para que obtenham sucesso na corrente educativa geral”. Nesta perspectiva, Borges et al. (2012) defendem que todos os estudantes independentemente das diferenças e desigualdades que possuam devem compartilhar o mesmo contexto de sala de aula, mesmo que de forma adaptada.

Sendo assim, nesta pesquisa defendemos que a principal diferença entre integração e inclusão está na abordagem educativa: enquanto a integração apenas insere parcialmente o discente com deficiência na escola regular, exigindo sua adaptação ao sistema, a inclusão promove mudanças estruturais para atender às necessidades de todos os estudantes.

FORMAÇÃO DOCENTE PARA PRÁTICAS INCLUSIVAS NA EDUCAÇÃO EM QUÍMICA

No âmbito educacional, o professor desempenha um papel indispensável, sendo responsável por receber e habilitar os estudantes com deficiência que chegam à escola/universidade (KRUGER; PASTORIZA, 2021). Contudo, de acordo com Padilha (2015), a formação dos professores ainda representa um desafio para a implementação do trabalho pedagógico inclusivo.

Para atender às necessidades dos discentes de forma abrangente, é necessária uma formação crítica e reflexiva de professores, que contribua para melhores resultados de uma educação inclusiva de qualidade. Segundo Pinola e Prette (2014), a formação e a atuação

docente no contexto educacional inclusivo exigem conhecimentos curriculares, mas também habilidades de reflexão sobre sua prática e outras tantas habilidades na condução da ação educativa.

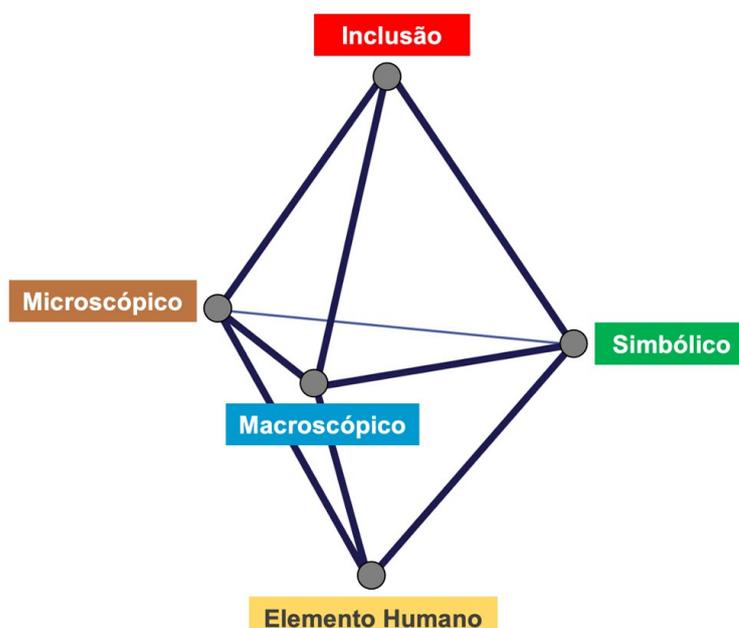
Conforme Magalhães (1999), em uma pesquisa realizada com professores e diretores de uma rede municipal de educação do Rio de Janeiro, a formação docente foi destacada como fundamental para a implementação de propostas inclusivas. Oliveira et al. (2011) concluíram que das 16 universidades federais brasileiras que oferecem licenciaturas na área de Ciências Exatas, apenas três possuíam disciplinas obrigatórias sobre inclusão em suas matrizes curriculares. A situação torna-se mais desafiadora quando se refere à disciplina de Química, frequentemente considerada de difícil compreensão, o que representa um desafio adicional para o Ensino de Química para surdos (TAVARES, 2021; VELOZO et al., 2024b).

Portanto, trabalhar a inclusão na formação de professores de Química é essencial para atender às necessidades de todos os estudantes, promovendo uma compreensão da educação inclusiva e fortalecendo práticas pedagógicas que valorizem as diferentes habilidades dos educandos (BARBOSA & BESERRA, 2021). Nesse contexto, o uso de ferramentas didáticas que estimulem esse debate nos cursos de formação de professores é imprescindível. A adoção de recursos específicos sobre inclusão não apenas amplia a compreensão desse conceito, mas também prepara futuros docentes para desenvolver estratégias pedagógicas potencialmente inclusivas, promovendo maior acessibilidade e equidade no ensino-aprendizagem.

A METÁFORA DA BIPIRÂMIDE TRIANGULAR (MBT) COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO NO ENSINO INCLUSIVO DE QUÍMICA

A inclusão no Ensino de Química promove a diversidade e a valorização das diferentes perspectivas e experiências dos estudantes (BORGES et al., 2012). A partir das experiências diárias que vivencia, o discente desenvolve habilidades e competências iniciais que o desperta para atuar no que se pode considerar o verdadeiro “chão da escola” (SANTOS; GONÇALVES, 2022). Entretanto, para que haja a efetiva consolidação do que a legislação exige (BRASIL, 2015), são necessários alguns esforços e preparos por parte das unidades escolares e especialmente de seu corpo docente, já que estes vão lidar diretamente com as PcD na sala de aula (OLIVEIRA et al., 2011).

Assim, visando tornar o conteúdo educacional mais acessível, Da Silva Júnior (2023) propõe a Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT), que descreve os cinco níveis de representação da Química, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 01 - Níveis de representação na Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT).

Fonte: Adaptado de Da Silva Júnior (2023).

Conceitualmente, a MBT representa uma evolução teórica a partir do triângulo de Johnstone e do tetraedro de Mahaffy. Sua configuração é apresentada por uma bipirâmide triangular, cujos cinco vértices correspondem a diferentes formas de representação do conhecimento químico: simbólica (comunicativa), microscópica (teórica), macroscópica (fenomenológica), humana (contextual) e inclusiva (acessível). Essa estrutura multidimensional amplia a compreensão e representação da Química ao integrar perspectivas diversas no processo de ensino-aprendizagem (DA SILVA JÚNIOR *et al.*, 2023; 2024; CAMPOS *et al.*, 2023; VELOZO *et al.*, 2023, 2024a).

Recentemente, Velozo *et al.* (2024) aplicaram uma sequência didática em uma turma do curso integrado de Meio Ambiente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus João Pessoa, composta por 36 estudantes, dos quais 33 eram ouvintes e 3, surdos. O estudo apresentou a MBT como uma alternativa para promover um ensino de Química inclusivo e significativo, buscando não apenas ampliar o acesso, mas também enriquecer a experiência educativa por meio de abordagens mais acessíveis e integradas ao contexto da Educação Química. Os autores concluíram que a utilização da MBT potencializou o acesso ao conhecimento por parte de discentes surdos e ouvintes, ao proporcionar uma perspectiva multidimensional que enriqueceu o processo de ensino-aprendizagem. Ademais, essa abordagem contribuiu para o desenvolvimento de saberes tanto entre os estudantes quanto entre os docentes, promovendo práticas pedagógicas mais inclusivas (VELOZO *et al.*, 2024b).

Neste contexto, a inclusão no Ensino de Química consiste em ampliar e assegurar o

acesso para grupos historicamente excluídos em razão de fatores como deficiência, classe social, faixa etária ou etnia, promovendo a democratização do ensino (RODRIGUES et al., 2022). Campos et al. (2023) argumentam que compartilhar conhecimento de forma inclusiva e significativa requer a adoção de recursos multimodais, a adaptação de materiais didáticos e a aplicação de abordagens pedagógicas diferenciadas. Assim, os cinco vértices da MBT abrangem tais aspectos e se complementam, fomentando o Ensino Inclusivo de Química. Este trabalho, portanto, tem como objetivo analisar a MBT como ferramenta didática para subsidiar o planejamento de aulas potencialmente inclusivas na formação de professores de Química.

METODOLOGIA

A pesquisa realizada é de natureza quali-quantitativa (FIGUEIREDO; SOUZA, 2008; SOUZA; KERBAUY, 2017). Segundo Souza e Kerbauy (2017), essa abordagem controla vieses qualitativos e quantitativos por meio dos agentes da investigação, permitindo identificar variáveis específicas e oferecer uma visão abrangente do fenômeno. Além disso, enriquece constatações obtidas em condições controladas com dados coletados no contexto natural da ocorrência.

Foram utilizados três questionários, uma ficha de análise científico-epistemológica adaptada da literatura (BEGO, 2016) e os *slides* elaborados pela turma como instrumentos de pesquisa. Participaram voluntariamente 11 (onze) graduandos de um curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública no Brasil. Para verificar o conhecimento prévio da turma sobre temas como o triângulo de Johnstone, o tetraedro de Mahaffy e a MBT, aplicou-se inicialmente um pré-teste. As questões do pré-teste estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 01 - Questões do pré-teste.

Número	Questão
1	O que é inclusão?
2	Existe diferença entre inclusão e integração? Justifique.
3	O que você entende sobre o triângulo de Johnstone?
4	O que você entende sobre o tetraedro de Mahaffy?
5	O que você entende sobre a Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT)?
6	Como a Química pode ser mais inclusiva?
7	Qual é a diferença entre exclusão, segregação, integração e inclusão?

Fonte: Autoria própria (2024).

Posteriormente, foram realizadas aulas expositivas e dialogadas sobre os pressupostos da Educação Inclusiva e diferentes modelos didáticos no Ensino de Química. Após as aulas, os estudantes preencheram uma ficha de análise científico-epistemológica, considerando como abordariam os vértices da MBT em uma aula para uma turma de Ensino Médio com alunos

ouvintes e surdos. Além disso, os licenciandos prepararam os *slides* dessa aula em equipes, de forma colaborativa. No Quadro 2, apresenta-se a ficha de análise científico-epistemológica.

Quadro 02 - Análise científico-epistemológica.

Número	Item
1	Conteúdo programático da aula.
2	Pré-requisitos para a aula.
3	Orientações curriculares oficiais sobre o tema.
4	Conteúdos conceituais. -Identificação dos fatos de interesse (nível fenomenológico). -Identificação dos fatos de interesse (nível teórico e simbólico). -Contextualização dos fatos de interesse (nível elemento humano). -Adaptações inclusivas (nível inclusão).
5	Referências.

Fonte: Adaptado de Bego (2016).

Por fim, foi realizado um pós-teste, que consistiu na aplicação do questionário do pré-teste para avaliar a progressão dos discentes em relação ao conteúdo ministrado. Também foi aplicado um questionário de três itens em escala *Likert*, com as opções “concordo fortemente”, “concordo parcialmente”, “neutro”, “discordo parcialmente” e “discordo fortemente”, para verificar a percepção da turma sobre a utilização da MBT no planejamento de aulas potencialmente inclusivas no Ensino de Química.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

AVALIAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS LICENCIANDOS EM QUÍMICA

Os resultados do pré-teste indicaram que a turma desconhecia conceitos fundamentais relacionados à pesquisa, como a MBT (DA SILVA JÚNIOR, 2023), mas apresentava diferentes visões sobre a inclusão. Na primeira questão, que investigava a compreensão desse termo, cinco alunos afirmaram que a inclusão consiste em proporcionar as mesmas oportunidades para pessoas com e sem deficiência. Para preservar a identidade dos participantes, utilizamos a codificação de A1 a A11.

As respostas da turma refletiram diferentes perspectivas. Por exemplo, A1 afirmou: “*Inclusão é inserir pessoas que não têm oportunidade, seja por deficiência, cor ou sexualidade, permitindo-lhes acesso à educação ou projetos sociais.*” Por sua vez, A2 escreveu: “*É abrir caminho para todos, tanto para pessoas com deficiência quanto para as sem deficiência, de forma que sejam incluídas abertamente.*” Por fim, A3 definiu o conceito como “*o ato de incluir*

algo em um determinado espaço ou ambiente, de modo igual para todos que nele estão inseridos.”

Com base nas respostas, observamos que, em geral, a inclusão foi compreendida principalmente como um princípio social, enfatizando a igualdade de oportunidades em um mesmo espaço e sugerindo que o simples ato de incluir seria suficiente para combater a exclusão. Destacamos ainda que cinco estudantes associaram inclusão à necessidade de adaptar práticas pedagógicas para atender discentes com deficiência, enquanto apenas um participante declarou não saber o que era inclusão. De acordo com Campos et al. (2023), essa temática precisa ser trabalhada no contexto da formação de professores para que mais propostas alinhadas à perspectiva inclusiva sejam desenvolvidas.

Ao serem questionados sobre o triângulo de Johnstone (1993), sete estudantes afirmaram ter ouvido falar sobre o conceito, mas não souberam explicá-lo adequadamente. Três alunos admitiram desconhecê-lo por completo, e apenas um conseguiu mencioná-lo parcialmente, identificando dois dos três níveis de representação propostos por Johnstone (1993). Esse licenciando declarou: *“Seria uma geometria de pontas onde cada uma delas representa um elemento, sendo eles: microscópico, macroscópico...”* [A3]. As respostas revelam uma compreensão limitada e fragmentada, indicando a necessidade de aprofundamento desse conceito na formação docente.

Situação semelhante foi observada em relação ao tetraedro de Mahaffy (2004). Dez estudantes disseram desconhecer essa representação, enquanto apenas um demonstrou algum entendimento prévio. Esse discente explicou: *“É uma figura geométrica de 4 pontas seguida dos três elementos do triângulo de Johnstone com a implementação de mais um, o elemento humano”* [A3]. Embora tenha apresentado uma noção básica, essa resposta mostra que o conceito ainda é pouco explorado na formação inicial, o que reforça a importância de abordá-lo para conectar o conhecimento químico ao contexto humano e social (MAHAFFY, 2004; VELOZO et al., 2024c)

Quando perguntados sobre a MBT, todos os licenciandos afirmaram nunca ter ouvido falar do conceito, o que demonstra a falta de familiaridade com essa representação imagética, ainda recente no Ensino de Química (DA SILVA JÚNIOR, 2023). Essa lacuna indica que representações mais inovadoras, como a MBT, não estão sendo devidamente inseridas nos currículos, limitando o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que articulem diferentes dimensões do conhecimento e favoreçam práticas mais inclusivas.

Além disso, ao serem indagados sobre “Como a Química pode ser mais inclusiva?”, as respostas evidenciaram a ausência de modelos didáticos que orientassem os estudantes na

elaboração de propostas pedagógicas. Essa falta de clareza quanto às estratégias de inclusão revela uma lacuna na formação dos futuros professores, que, embora reconheçam a relevância do tema, não se sentem preparados para aplicá-lo em suas práticas.

Esses resultados do pré-teste evidenciam que a abordagem proposta pela pesquisa é fundamental para a formação docente, uma vez que os licenciandos carecem de conhecimentos específicos para planejar aulas potencialmente inclusivas. A inserção de conceitos como o triângulo de Johnstone (1993), o tetraedro de Mahaffy (2004) e a MBT (DA SILVA JÚNIOR, 2023) pode ampliar o repertório pedagógico dos futuros professores e prepará-los para enfrentar os desafios da educação contemporânea, promovendo práticas mais acessíveis e equitativas.

DESENVOLVIMENTO DE AULAS POTENCIALMENTE INCLUSIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA

Foi realizada uma sequência de aulas com o objetivo de explicar os modelos didáticos propostos por Johnstone (1993), Mahaffy (2004) e Da Silva Júnior (2023), que são representados, geométrica e respectivamente, por um triângulo, um tetraedro e uma bipirâmide triangular. Essas abordagens buscam esclarecer os diferentes níveis de conhecimento aplicáveis ao Ensino de Química. Ao longo do tempo, essas representações sofreram adaptações, visando tornar o ensino mais visual, sistêmico e potencialmente inclusivo, facilitando a compreensão dos estudantes e promovendo uma educação acessível a todos (DA SILVA JÚNIOR *et al.*, 2024).

Após as aulas introdutórias, a turma foi dividida em quatro grupos, identificados como G1, G2, G3 e G4, que receberam a tarefa de planejar aulas para uma turma composta por alunos ouvintes e surdos. Para isso, os grupos preencheram uma ficha de análise científico-epistemológica (Quadro 2), selecionando conteúdos programáticos relevantes e utilizando orientações curriculares adequadas. Cada grupo deveria preparar uma apresentação em *slides* que explorasse os cinco níveis de representação na MBT. O tema das aulas foi de livre escolha, desde que fosse voltado ao Ensino Médio e contemplasse tanto alunos ouvintes quanto surdos, promovendo assim a inclusão.

Durante o planejamento, os licenciandos elaboraram materiais pedagógicos considerados “potencialmente inclusivos”, uma vez que esta pesquisa não contemplou a validação formal desses recursos. Conforme destacado por Da Silva Júnior *et al.* (2024), é mais adequado utilizar o termo “recursos potencialmente inclusivos”, pois um material pode ser inclusivo para alguns alunos, mas não para outros. Portanto, a inclusão genuína requer uma abordagem adaptativa que leve em consideração as necessidades específicas de cada estudante.

Os grupos G1, G2 e G4 conseguiram incorporar o nível de inclusão em ao menos um *slide*, utilizando a tradução do português para a LIBRAS e explorando diferentes recursos imagéticos para facilitar o ensino. Em contrapartida, o G3, que escolheu o tema “Cinética Química”, não conseguiu representar de forma satisfatória o nível inclusivo, revelando desafios na aplicação prática da proposta. Esse dado evidencia a dificuldade que alguns licenciandos enfrentam ao criar estratégias didáticas inclusivas.

Mais especificamente, G1 elaborou uma aula sobre a relação entre radioatividade, saúde e meio ambiente, destacando tanto os benefícios quanto os riscos da radioatividade para a sociedade e o meio ambiente, conforme ilustrado na Figura 2. Nos *slides*, foi utilizada a datilologia como recurso comunicativo em LIBRAS. Embora a criação de sinais-termo seja desejável, a datilologia se mostrou relevante, pois, segundo Velozo et al. (2024), as barreiras linguísticas enfrentadas pelos surdos ainda são uma das principais causas da evasão escolar desse público no Brasil.

Figura 2 - *Slide* de aula sobre radioatividade envolvendo a MBT.



Fonte: Autoria própria (2024).

Conforme ilustrado na Figura 3, a proposta do G4 destacou-se por abordar o tema “Tipos de Reações Químicas”, explorando de maneira clara e integrada os cinco níveis da MBT: microscópico, macroscópico, simbólico, elemento humano e inclusão. Todos os *slides* da apresentação continham textos em português e tradução para LIBRAS, promovendo acessibilidade para ouvintes e surdos. Além disso, em geral, o nível microscópico foi representado por desenhos de moléculas, o simbólico por equações químicas e o nível macroscópico pela exibição de vídeos com experimentos, demonstrando uma aplicação pedagógica consistente da MBT.

Figura 3 - Slide de aula sobre tipos de reações químicas envolvendo a MBT.



Fonte: Autoria própria (2024).

Esses dados demonstraram que todas as equipes conseguiram utilizar a MBT como ferramenta didática na preparação de suas aulas e exploraram, de certa forma, os cinco níveis de representação no Ensino de Química. Esse resultado representa um significativo avanço no debate sobre a inclusão na formação de professores, indicando que, a priori, os licenciandos estão mais preparados para enfrentar os desafios da diversidade em sala de aula.

AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO FINAL DOS LICENCIANDOS EM QUÍMICA

Por fim, foi aplicado um questionário de pós-teste para avaliar a progressão dos discentes. As mesmas questões utilizadas no pré-teste foram reaplicadas, permitindo uma análise comparativa dos resultados. Na Figura 4, apresentamos uma nuvem de palavras que destaca os termos mais frequentes nas respostas sobre o que seria inclusão. Os termos “inclusão”, “alunos”, “incluir”, “todos” e “PCD” foram os mais recorrentes, refletindo um entendimento mais abrangente da educação inclusiva como um direito para todos.

Figura 4: Nuvens de palavras das respostas para a pergunta sobre o que seria inclusão.



Fonte: Autoria própria (2024).

Em comparação ao pré-teste, os licenciandos demonstraram um progresso no conhecimento sobre o tema, incluindo a citação de legislação pertinente. Além disso, a citação de exemplos nas respostas sugere um entendimento mais holístico sobre a inclusão. Ademais, a turma também apresentou melhores resultados quando questionada sobre conceitos como o triângulo de Johnstone (1993), o tetraedro de Mahaffy (2004) e a MBT, proposta por Da Silva Júnior (2023). Esse último modelo didático, não apenas compreendido teoricamente, foi aplicado no planejamento de aulas, evidenciando sua utilidade prática na Educação Química. As experiências realizadas durante as aulas demonstraram que a MBT é uma ferramenta eficaz para promover a inclusão. Segundo Velozo et al. (2024), essa abordagem experiencial impacta de maneira duradoura a prática docente.

Por sua vez, os resultados do questionário em escala *Likert* demonstraram que 72,7% dos discentes concordaram fortemente e 27,3% concordaram parcialmente que (i) a MBT aperfeiçoou o conhecimento sobre inclusão, (ii) fez refletir sobre o desenho universal na sala de aula, e (iii) a sua aplicabilidade aperfeiçoou a habilidade de lidar de forma protagonista com a ausência de materiais didáticos acessíveis no Ensino de Química. Esses dados não apenas evidenciam uma melhora teórica, mas também destacam o potencial do uso da MBT como ferramenta didática na formação dos licenciandos. Assim, todos os grupos conseguiram

explorar os cinco níveis de representação da MBT, representando um avanço significativo no debate sobre inclusão na formação de professores de Química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, defendemos que a principal diferença entre integração e inclusão está na abordagem educativa. Enquanto a integração insere parcialmente o discente com deficiência na escola regular, exigindo sua adaptação ao sistema, a inclusão promove mudanças estruturais para atender às necessidades de todos os estudantes. O objetivo da pesquisa foi analisar a utilização da MBT como uma ferramenta didática para subsidiar o planejamento de aulas potencialmente inclusivas na formação de professores de Química. Os resultados demonstram que a MBT é um recurso valioso, apresentando a inclusão como um novo nível de representação do conhecimento químico.

É preciso garantir o acesso à educação como um direito de todos. No contexto do Ensino Inclusivo da Química, a utilização da MBT estabelece condições favoráveis para essa garantia. Esse aspecto é evidenciado pelo aumento do conhecimento dos participantes, aferido por meio de questionários, bem como pelo planejamento de aulas direcionadas tanto a estudantes ouvintes quanto àqueles surdos. Esperamos que a MBT seja aplicada em outros contextos educacionais e que, no futuro, os materiais desenvolvidos nesta pesquisa sejam validados. Embora não exista um único caminho para alcançar a inclusão, os resultados obtidos neste estudo indicam uma possibilidade promissora de avanço nesse sentido.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A. K. G.; BEZERRA, T. M. C. Educação Inclusiva: reflexões sobre a escola e a formação docente. **Ensino em Perspectivas**, v. 2, n. 2, p. 1-11, 2021. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/5871>. Acesso em: 04 nov. 2024.
- BARROS, A. L. E. Políticas de educação inclusiva para surdos: documentos oficiais, modelos de educação e marginalidade. **Working Papers em Linguística**, v. 23, n. 2, p. 29-43, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1984-8420.2022.e83587>. Acesso em: 04 nov. 2024.
- BEGO, A, M. A. A. Implementação de Unidades Didáticas Multiestratégicas na Formação Inicial de Professores de Química. **Textos FCC**, v. 50, p. 55-72, 2016. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/textosfcc/article/view/4316>. Acesso em: 04 nov. 2024.
- BRASIL. Censo Escolar 2022: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-escolar/confira-o-panorama-dos-surdos-na-educacao-brasileira>. Acesso em: 25 out. 2024.

BRASIL. Lei de nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão das Pessoas com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm Acesso em: 29 out. 2024.

BORGES, M. C. *et al.* Inclusão versus integração: A problemática da Política e Formação Docente. **Revista Ibero-americana de Educação**, 2012. Disponível em: <https://doi10.35362/rie5931376>. Acesso em: 04 nov. 2024.

CAMPOS, J. L. C. *et al.* A Identidade do Surdo como Pesquisador e a Relação da Metáfora da Bipirâmide Triangular no Ensino da Química. In: **Ensino e Aprendizagem na Era Digital**. Fortaleza: Integrar, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.55811/integrar/livros/3792>. Acesso em: 04 nov. 2024.

DA SILVA JÚNIOR, C. A. Triangular Bipyramid Metaphor (TBM): An Imagetive Representation for the Awareness of Inclusion in Chemical Education (ICE). **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 3, p. 10567–10578, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv9n3-112>. Acesso em: 04 nov. 2024.

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al.* A Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT): Uma Avaliação dos Cinco Níveis de Representação da Química. In: 62º Congresso Brasileiro de Química (62º CBQ), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, 2023, **Anais do Congresso Brasileiro de Química**, 2023.

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al.* Green Chemistry for All: Three Principles of Inclusive Green and Sustainable Chemistry Education. **Pure and Applied Chemistry**, v. 96, n. 9, 2024, p. 1299-1311, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/pac-2024-0245>. Acesso em: 04 nov. 2024.

FIGUEIREDO, A. M., SOUZA, S. R. G. **Como elaborar Projetos, Monografias, Dissertações e Teses**: da Redação Científica à Apresentação do Texto Final. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2008.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ed070p701>. Acesso em: 04 nov. 2024.

LIMA, F. P. *et al.* Educação de surdos e ensino de ciências: formação docente e metacognição. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 7, n. 3, p. 1-21, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/actio.v7n3.15406>. Acesso em: 04 nov. 2024.

MANTOAN, M. T. E. A Inclusão Escolar de Deficientes Mentais: contribuições para o Debate. **Revista Integração**, Brasília, n. 19, p. 50-57. 1997.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão Escolar**: O que é? Por quê? Como fazer?. 1ª ed. São Paulo: Moderna, 2003.

MAHAFFY, P. The future shape of chemistry education. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 5, n. 3, p. 229-245, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/B4RP90026J>. Acesso em: 04 nov. 2024.

MAGALHÃES, E. F. C. B. Viver a igualdade na diferença: a formação de educadores visando a inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais no ensino regular. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, 1999.

MENESES, J. E. S. A.; FEITOSA, C. R. S. **Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)**. 2ª ed. Fortaleza: EdUECE, 2015.

OLIVEIRA, M. L. *et al.* Educação Inclusiva e a Formação de Professores de Ciências: o papel das universidades federais na capacitação dos futuros educadores. **Ensaio**, v. 13, n. 3, p. 99-117, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172011130307>. Acesso em: 04 nov. 2024.

PINOLA, A. R. R.; PRETTE, Z. A. P. D. Inclusão Escolar, Formação de Professores e a Assessoria Baseada em Habilidades Sociais Educativas. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 20, n. 3, p. 341-356, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-65382014000300003>. Acesso em: 04 nov. 2024.

RODRIGUES, C. S. D. *et al.* A formação de professores para a inclusão escolar dos alunos com deficiência. **Conjecturas**, v. 22, n. 3, p. 195-212, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.53660/CONJ-700-825>. Acesso em: 04 nov. 2024.

SANTOS, G. O.; GONÇALVES, N. T. L. P. A Educação Especial na Perspectiva Inclusiva: Em defesa da Formação para Dignidade e Autonomia. **Pró-Discente**, v. 28, n. 1, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/prodiscente/article/view/39856>. Acesso em: 04 nov. 2024.

SECUNDINO, F. K. M.; SANTOS, J. O. L. Educação especial no Brasil: um recorte histórico-bibliográfico, no prelo, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.5582>. Acesso em: 04 nov. 2024.

SCHEFFEL, F. O.; MOURA, E. P. G. Educação inclusiva e desigualdade no Brasil. **Sobre Tudo**, v. 13, n. 2, p. 28-60, 2022. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/sobretudo/article/view/5503>. Acesso em: 04 nov. 2024.

SOUZA, K. R.; KERBAUY, M. T. M. Abordagem Quanti-qualitativa: Superação da Dicotomia Quantitativa-qualitativa na Pesquisa em Educação. **Educação e Filosofia**, v. 31, n. 61, p. 21-44, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/REVEDFIL.issn.0102-6801.v31n61a2017-p21a44>. Acesso em: 04 nov. 2024.

SOUZA, N. S. *et al.* Inclusive Teaching in Organic Chemistry: A Visual Approach in the Time of COVID-19 for Deaf Students. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 10, n. 1, p. 290–306, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.31686/ijer.vol10.iss1.3618>. Acesso em: 04 nov. 2024.

TAVARES, M. J. F. Estudo de Caso e Produção Audiovisual Inclusiva Relacionados aos Princípios da Química Verde. **Monografia** (Licenciatura em Química) - Instituto Federal da Paraíba, Paraíba, 2021.

VELOZO, M. C. S. *et al.* An inclusive approach to incorporating green chemistry in a post-pandemic world. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 10, n. 12, p. 140–153, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.31686/ijer.vol10.iss12.4017>. Acesso em: 04 nov. 2024.

VELOZO, M. C. S. *et al.* Creation and Validation of Bilingual Educational Videos about Environmental Education, Green Chemistry and Sustainable Development Goals for Deaf People in Brazil. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 11, n. 1, p. 46–62, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.31686/ijer.vol11.iss1.4043>. Acesso em: 04 nov. 2024.

VELOZO, M. C. S. *et al.* Rota Verde: um jogo educativo e potencialmente inclusivo para o ensino de Química Verde para surdos. **Química Nova na Escola**, no prelo, 2024a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160386>. Acesso em: 04 nov. 2024.

VELOZO, M. C. S. *et al.* Proposta de material didático bilíngue com criação de sinais em libras sobre química: acessibilidade para pessoas surdas com expansão vocabular liderada por instrutor surdo. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 1, p. 1318–1339, 2024b. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/cuadv16n1-069>. Acesso em: 04 nov. 2024.

VELOZO, M. C. S. *et al.* Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT): uma sequência didática desenvolvida a partir dos cinco níveis de representações da química. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 1, p. 1340-1363, 2024c. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/cuadv16n1-070>. Acesso em: 04 nov. 2024.

Submetido em: 30/10/2024

Aceito em: 29/11/2024

Publicado em: 30/12/2024

Avaliado pelo sistema *double blind review*