



SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR PARA O ESTUDO DE GEOMETRIA MOLECULAR

INTERDISCIPLINARY DIDACTIC STRATEGY FOR THE STUDY OF MOLECULAR GEOMETRY

Ana Luisa do Amaral Fernandes Ferreira  

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

✉ analuisa_amaral@yahoo.com.br

Andréia Francisco Afonso  

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

✉ andrea.afonso@ufff.edu.br

RESUMO: A Química é considerada de difícil entendimento por muitos estudantes, pois a compreensão dos conceitos se dá no nível submicroscópico e, portanto, são abstratos. Assim, para auxiliar os estudantes da primeira série do Ensino Médio, de uma escola estadual localizada no interior de Minas Gerais, o professor das turmas elaborou e aplicou uma sequência didática sobre Geometria Molecular, considerada por ele como interdisciplinar. A escolha do tema se deu a partir de um levantamento feito previamente, no qual ele apareceu como um dos mais difíceis de serem entendidos. E a interdisciplinaridade foi pensada, buscando apresentar uma visão mais ampla dos conceitos químicos, a partir da sua interação com outras disciplinas presentes no currículo do Ensino Médio. Durante o planejamento da sequência, o docente selecionou conteúdos tidos como específicos da Língua portuguesa, da História, da Matemática e da Física, que pudessem contribuir com o estudo da Geometria Molecular, além de recursos didáticos e formas para tratá-la, de modo que despertassem o interesse e estimulassem a participação dos estudantes. Apesar da interdisciplinaridade ainda ser um desafio para os professores, os resultados apontaram que houve um aprimoramento da prática docente e maior segurança na utilização de materiais que não haviam sido utilizados antes, como o computador. Diante disso, o professor afirmou o desejo de reaplicar a sequência em outras ocasiões. Esperamos que os resultados apontados neste artigo promovam ainda a reflexão sobre a importância da interdisciplinaridade no processo de ensino e aprendizagem e estimulem outros docentes a desenvolverem práticas interdisciplinares.

PALAVRAS-CHAVE: Sequência didática. Interdisciplinaridade. Química. Geometria Molecular.

ABSTRACT: Chemistry is considered difficult for many students to understand, as concepts are understood at the submicroscopic level and, therefore, they are abstract. Thus, to help students in the first grade of high school, at a state school located in the interior of Minas Gerais, the class teacher prepared and applied a didactic sequence on Molecular Geometry, which he considered to be interdisciplinary. The theme was chosen based on a survey carried out previously, in which it appeared as one of the most difficult to understand. And interdisciplinarity was designed, seeking to present a broader view of chemical concepts, based on their interaction with other subjects present in the high school curriculum. During the planning of the sequence, the teacher selected content considered specific to the Portuguese Language, History, Mathematics and Physics, which could contribute to the study of Molecular Geometry, as well as didactic resources and ways to deal with it, so that aroused interest and stimulated student participation. Although interdisciplinarity is still a challenge for teachers, the results showed that there was an improvement in teaching practice and greater security in the use of materials that had not been used before, such as the computer. Therefore, the teacher stated the desire to reapply the sequence on other occasions. We hope that the results pointed out in this article will further promote reflection on the importance of interdisciplinarity in the teaching and learning process and encourage other teachers to develop interdisciplinary practices.

KEY WORDS: Sequence Didactic. Interdisciplinarity. Chemistry. Molecular Geometry.

Introdução

A interdisciplinaridade ainda não encontra espaço nas escolas. O currículo da Educação Básica é apresentado aos estudantes e professores como um conjunto de disciplinas de diferentes áreas do conhecimento, as quais abordam conceitos específicos, que parecem não ter qualquer associação com situações e fenômenos do cotidiano. Isto pode levar os alunos a internalizá-los ainda que não os tenham entendido (Santos & Ferreira, 2018), provavelmente, por meio da memorização.

Esse modelo de currículo, especialmente do Ensino Médio, precisará ser revisto para que consiga atender as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Na Base, os componentes curriculares, antes considerados como disciplinas isoladas, passam a ser vistos como integrantes de áreas do conhecimento, com competências e habilidades específicas a serem desenvolvidas.

Mas, enquanto a reestruturação do currículo não acontece, as disciplinas continuam apresentando seus conteúdos de forma fragmentada, não possibilitando uma compreensão mais ampla e integrada das temáticas, pois só explicam uma parte da realidade e, portanto, permanecem inacabados (Pavianni, 1988). A fragmentação do conhecimento foi necessária no século XIX, período no qual acreditava-se não ser possível ter um conhecimento geral, uma vez que a capacidade intelectual do ser humano era considerada limitada (Gerhard & Rocha, 2012). Dessa forma, a disciplinaridade passou a ser o caminho para o avanço do conhecimento e da ciência.

Contudo, ao longo dos anos, o modelo de ensino disciplinar passou a ser discutido, e a interdisciplinaridade foi

[...] apontada como saída para o problema da disciplinaridade, que é contextualizada como doença, devendo, portanto, ser superada/curada, através da prática interdisciplinar. Para sua viabilização, eles indicam a presença de profissionais de várias áreas como necessidade intrínseca ao projeto interdisciplinar (Alves, Brasileiro & Brito, 2004, p. 141).

A citada presença de profissionais de várias áreas do conhecimento para a implementação da prática interdisciplinar pode ser essencial para resolver certas questões, porém, é preciso saber quando e como consultar os especialistas, sem que se fique totalmente subordinado aos experts (Japiassu, 1995).

No âmbito escolar, a interdisciplinaridade aparece para superar a fragmentação gerada na busca pela especificidade e, “assim, nos anos 1990, um grande número de projetos, denominados interdisciplinares, surgiu ainda baseados no modismo, infelizmente sem nenhuma fundamentação” (Trindade, 2013, p. 85). E esse modismo, segundo Lück (2017), é um desafio a ser superado.

Consideramos que uma das formas para a superação seja a compreensão da interdisciplinaridade, epistemológica e pedagogicamente, como mostra o trabalho de Fernandes (2017). Para as professoras de Ciências, participantes da pesquisa, era essencial, inicialmente, a produção de um significado, para, então, elaborarem um projeto, considerado por elas, como interdisciplinar.

Como interdisciplinaridade é uma palavra polissêmica, podemos entendê-la de várias formas. Uma delas se refere a interligação entre as diferentes disciplinas, estando incluídos aspectos políticos, sociais, econômicos e ambientais presentes no cotidiano, que possibilitarão a visão ampla sobre determinado assunto, e não dissociada e distante da realidade. Em relação a isso, inclusive, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química apontam que é esperado do licenciado em Química, a compreensão e avaliação crítica dos aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade (Brasil, 2001).

Nesse sentido, as aulas de Ciências em uma perspectiva interdisciplinar, podem, por exemplo, impedir a construção de uma ideia simplista das Ciências Naturais e permitir que os envolvidos consigam fazer relações mais interessantes para contextualizar os temas abordados (Correia, Donner Jr. & Infante-Malachias, 2008). Essas e outras contribuições advindas da interdisciplinaridade podem ser potencializadas com a utilização de sequências didáticas, pois estas proporcionam ao docente trabalhar com diferentes recursos didáticos, criados pelo professor ou não.

Sobre os recursos didáticos, Nicola e Paniz (2016, p. 360) afirmam:

Com base em estudos anteriores é possível notar a importância da utilização de recursos didáticos no processo de ensino aprendizagem tanto para o aluno quanto para o professor. O aluno acaba tendo maior interesse pelas aulas, tornando o processo de aprendizagem mais fácil e instigante enquanto o professor poderá visualizar de forma mais efetiva os resultados do seu trabalho, realizando uma reflexão de como poderá dar seguimento às atividades.

É importante destacar que o uso de recursos didáticos diversificados não é exclusivo de sequências didáticas interdisciplinares, porém, eles auxiliam “superando as dificuldades que interferem na aplicabilidade da interdisciplinaridade e no processo de ensino e aprendizagem” (Everton & Reis, 2021, p. 197). A falta deles, inclusive, é apontada por professores da Educação para a não realização de um trabalho interdisciplinar (Fernandes, 2017).

Assim, quando bem planejadas, as sequências didáticas, além de superarem as dificuldades, que surgem durante o processo de ensino e aprendizagem, elas podem ainda atender às diferenças individuais dos estudantes, ampliando suas experiências de aprendizagem. Além disso, para Lima (2018), durante o desenvolvimento de uma sequência didática, o professor pode interferir a qualquer momento, o que tende a potencializar uma postura reflexiva nos alunos, tornando-os protagonistas no processo de aprendizagem. Dessa forma, “as sequências didáticas apresentam-se potencialmente como formas de organização do trabalho pedagógico que têm grandes possibilidades de auxiliar nesse processo de didatização, sobretudo por um viés de trabalho interdisciplinar” (Brasil, 2012, p. 5).

Ao nos voltarmos para as aulas de Química, as sequências didáticas podem também auxiliar na transposição do nível submicroscópico para o macroscópico, sendo este último de mais fácil compreensão pelos alunos da Educação Básica, uma vez que se refere ao que pode ser percebido pelos sentidos (Johnstone, 2000). O nível submicroscópico exige que o estudante construa modelos mentais que não são possíveis de serem complementados, corrigidos ou discutidos com os colegas e com os docentes.

Um dos temas estudados na primeira série do Ensino Médio, e que é apresentado no nível submicroscópico e representacional, é a Geometria Molecular, considerado como de difícil aprendizagem pelos estudantes dessa etapa de escolarização (Setti, Gibin & Ferreira, 2019). Segundo Lisboa (2016, p. 136), “a geometria molecular é a forma como os átomos estão espacialmente dispostos na molécula”, ou seja, é o arranjo espacial do átomo central e dos átomos ligados diretamente a ele. Esses arranjos assumem diferentes formas: linear, angular, trigonal plana, tetraédrica, piramidal, octaédrica, entre outras (Filgueiras, 1985; Duarte, 2001; Kotz et al., 2016).

Nos livros didáticos, essas formas citadas anteriormente são mostradas no plano bidimensional, e, por isso, para o estudante pode ser um desafio representá-la mentalmente no plano tridimensional. Nesse sentido, as sequências didáticas interdisciplinares, que possam complementar as imagens apresentadas pelos livros, e nas quais seja possível o uso de diferentes recursos didáticos, podem ser uma, dentre outras possibilidades, para beneficiar a aprendizagem dos alunos, no sentido de auxiliar na visualização das Geometrias Moleculares.

Nessa perspectiva, este trabalho vem apresentar o processo de elaboração de uma sequência didática interdisciplinar para o ensino de Geometria Molecular, por um professor de Química, visando facilitar a construção do conhecimento pelos estudantes da primeira série do Ensino Médio, e apresentar uma visão mais ampla do tema, a partir da interação da Química com outras disciplinas presentes no currículo.

Planejamento e desenvolvimento da sequência didática interdisciplinar

Este texto é produto de uma pesquisa em desenvolvimento e descreve uma sequência didática interdisciplinar, elaborada e aplicada em parceria com um professor de Química da primeira série do Ensino Médio, atuante em uma escola estadual localizada no interior de Minas Gerais. Ele foi convidado a participar da pesquisa por ser o único docente de Química da escola, sendo esta, a única instituição escolar da cidade, e, por isso, recebia estudantes não só de bairros do entorno, como também aqueles residentes na zona rural.

Além disso, o professor buscava sempre aplicar recursos didáticos e metodologias diferenciadas em suas aulas. Sendo assim, pensamos ser ele um parceiro ideal para o planejamento e aplicação de uma sequência didática interdisciplinar, que contemplaria essa característica, além de apresentar uma visão mais ampla dos conceitos químicos, a partir da sua interação com as diferentes disciplinas presentes no currículo do Ensino Médio.

A interdisciplinaridade é considerada como difícil de ser trabalhada pelos professores da Educação Básica, por não se sentirem preparados (não vivenciaram a interdisciplinaridade durante o processo de forma inicial) e pela falta de cooperação, diálogo e trocas que promovam a elaboração de uma proposta interdisciplinar (Stamberg, 2016). Por isso, não houve interferência por parte das pesquisadoras, sobre o planejamento da sequência didática, para que pudéssemos identificar os desafios encontrados pelo docente e até mesmo, sobre a sua concepção a respeito da interdisciplinaridade.

Entretanto, antes do planejamento da sequência didática interdisciplinar pelo professor, e até mesmo da definição do tema que seria abordado por meio dela, consideramos importante identificar o conceito que os estudantes tinham mais dificuldade para a aprendizagem, uma vez que o objetivo da sequência didática era auxiliá-los. Para essa identificação, em 2017, utilizamos quatro diferentes instrumentos: “caixa de dúvidas”, questionários, avaliações bimestrais, em duas turmas da primeira série do Ensino Médio da escola, e entrevistas semiestruturadas com o docente.

A “caixa de dúvidas” consistia em uma caixa de papelão, que foi colocada pelo professor, próxima a sua mesa, a cada aula, ao longo do ano letivo. Nela, os estudantes depositaram suas dúvidas escritas em um pedaço de papel. Este instrumento foi pensando, tendo em vista que nas turmas sempre há alunos mais tímidos, que mesmo com dúvidas e dificuldades para a compreensão dos conceitos, não se sentem seguros e confortáveis para questionar.

Considerando ainda esse aspecto dos estudantes tímidos, aplicamos também questionários individuais ao final de cada bimestre letivo. Neles, foram colocados todos os conteúdos que o docente apresentou, e solicitamos aos alunos que assinalassem aquele(s) que considerara(m) de mais difícil compreensão, havendo também um espaço para que eles expusessem mais detalhadamente suas dificuldades. Segundo Gil (2008, p. 121), o questionário é uma “técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado etc.”.

Para obtermos informações que iriam além da opinião dos estudantes, resolvemos analisar as respostas dadas nas avaliações bimestrais (provas), após a correção do professor. Nelas, procuramos identificar quais foram os erros conceituais, ou seja, a(s) definição(ões) dada(s) de

forma incorreta, relacionada(s) a algum conceito/conteúdo específico que estava sendo avaliado. O erro, nesse caso, foi considerado uma dificuldade de aprendizagem.

Também realizamos duas entrevistas semiestruturadas, gravada em áudio, com o docente, nos apoiando na sua vantagem, enquanto instrumento de coleta de dados: “A gravação tem a vantagem de registrar todas as expressões orais, imediatamente, deixando o entrevistador livre para prestar toda sua atenção ao entrevistado” (Lüdke & André, 2018, p. 43), e porque, dessa forma, identificaríamos também as dificuldades de aprendizagem dos estudantes sob a perspectiva do professor e as suas próprias dificuldades durante o ensino. .

As perguntas norteadoras da primeira entrevista (Quadro 1) foram planejadas de modo a investigar se ele havia percebido problemas durante a aprendizagem de algum(ns) conceito(s) durante as aulas, e qual(is) foi(ram) ela(s), expondo sua concepção e os meios que pudessem sanar essas dificuldades da turma.

Quadro 1: Questões da entrevista semiestruturada realizada com o professor.

Pergunta 1	Quais conteúdos químicos você abordou nesse bimestre?
Pergunta 2	Quais metodologias foram utilizadas?
Pergunta 3	Qual tópico/conceito os estudantes demonstraram ter mais dificuldade durante o bimestre?
Pergunta 4	Como você percebeu essas dificuldades?
Pergunta 5	Caracterize as turmas.

Fonte: Autoras.

A escrita da dúvida pelos estudantes (primeiro instrumento), as respostas nos questionários (segundo recurso) e nas provas (terceiro recurso) foram classificadas em categorias, criadas a priori, pois estas consistiam nos nomes dos conteúdos abordados nas aulas em cada bimestre, como por exemplo: Pontos de fusão e de ebulição; Mudanças de estados físico e os gráficos de aquecimento e resfriamento; Modelos Atômicos; Geometria Molecular; Polaridade das moléculas e das ligações; pH; entre outros. A partir delas, contabilizamos o número das unidades de registro que apareceram em cada categoria. Já as respostas do professor nas entrevistas semiestruturadas foram transcritas e categorizadas a posteriori, seguindo os princípios da Análise de Conteúdo de Bardin (2016).

Dentre as dificuldades apontadas pelos estudantes, para este artigo, selecionamos o conteúdo Geometria Molecular, normalmente, abordado no terceiro bimestre. Ele foi considerado como o mais difícil pelos estudantes e pelo professor, aparecendo nos quatro instrumentos utilizados para obtenção dos dados. Além disso, ela é necessária para a construção de conhecimentos químicos subsequentes, ou seja, constitui-se como uma base para a compreensão e ampliação do conhecimento sobre outros conceitos, como polaridade e solubilidade das moléculas.

No ano seguinte, em 2018, duas turmas da primeira série do Ensino Médio, da mesma escola, participaram da sequência didática interdisciplinar, que foi aplicada em cinco aulas com duração de 50 minutos cada uma, sendo a primeira do turno da manhã e a segunda do turno da tarde. A turma do turno da manhã contou com 21 alunos que se diferenciaram em relação ao comportamento, interesse e participação. Segundo o professor, “*tivemos bem definidos grupos de alunos bem interessados, curiosos e críticos. [...] E ao mesmo tempo, grupos de alunos que não se preocuparam muito em aprender e/ou participar da aula*”. E continuou: “*O grupo interessado buscou crescer com o aprendizado*”, e apresentou uma melhora no comportamento, o que contribuiu para o desenvolvimento da sequência didática.

O grupo que demonstrou desinteresse interagiu pouco com o professor, o que se tornou um desafio, já que, normalmente, ele planeja suas aulas inserindo perguntas, visando uma aproximação com os estudantes e a motivação da turma pela Química, por meio da participação.

A participação em sala de aula está associada a motivação, e ambas podem ser induzidas pelas propostas pedagógicas. A participação também é ressaltada por Silva (2014, p. 19):

[...] os professores precisam ser dinâmicos, ativos e voltados para a compreensão do universo dos alunos; a metodologia utilizada deve envolver o aluno no processo, tornando-o participante, porque não há Educação se o aluno não participa, se o aluno permanece apenas como observador. Uma das variáveis que induz à evasão é a prática de professores que tornam os alunos passivos, meros observadores distantes.

Já a outra turma, a do período da tarde, tinha 14 alunos e apresentava mais dificuldades que a turma da manhã, mas era mais prestativa e ativa, estando sempre dispostos a realizarem as atividades propostas pelo professor, pedindo sempre mais exercícios e ele. Entretanto, o professor fez uma observação: “*Não tivemos problemas de conversa, mas o celular foi o que mais incomodou e tirou a atenção*”. A utilização do celular na escola era um problema nas turmas do turno da tarde, compostas em sua maioria por estudantes que residem na zona rural da cidade em que está localizada a escola. Somente na escola é que eles conseguiam acesso ao *WIFI*, já que muitos não tinham acesso à internet em suas residências. Portanto, o momento das aulas era a oportunidade para a utilização do aparelho para outros fins, que não estavam relacionados ao estudo.

Ao final da aplicação da sequência didática interdisciplinar, uma segunda entrevista semiestruturada foi realizada com o professor, cujas perguntas norteadoras tinham o objetivo de entender as contribuições da sequência, desde o momento do planejamento até o desenvolvimento da prática docente, e identificar se houve a percepção de mudança de comportamento, participação e interesse pelas aulas, por parte dos estudantes. Para Gil (2008, p. 110) a entrevista é flexível e isso a torna fundamental na investigação de diversos campos, além de apresentar como vantagens, a eficiência “para a obtenção de dados em profundidade acerca do comportamento humano”.

Assim como a primeira, essa segunda entrevista também foi gravada em áudio e transcrita, e as respostas foram interpretadas por meio da Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), após a criação de categorias a posteriori.

Resultados da aplicação da sequência didática interdisciplinar

A primeira das cinco aulas da sequência didática interdisciplinar sobre Geometria Molecular teve início com a apresentação da etimologia da palavra geometria pelo professor, que buscou auxílio da Língua Portuguesa. Essa é uma ação que dificilmente acontece nas aulas de Química. Entretanto, o docente acredita ser necessária para que os estudantes compreendam o significado dos conceitos químicos.

Essa concepção vai ao encontro do que afirmam Hagen, Miranda e Mota (2010). Para os autores, a consciência morfológica facilita a compreensão das unidades mínimas de uma palavra, a partir da sua origem e de outras que sejam derivadas dela. Além disso, “aprender significativamente implica atribuir significados, e estes têm sempre componentes pessoais” (Moreira, 2011, p. 130).

Ainda em relação a morfologia das palavras, a BNCC traz que, na área de Língua Portuguesa,

Os conhecimentos grafofônicos, ortográficos, lexicais, morfológicos, sintáticos, textuais, discursivos, sociolinguísticos e semióticos que operam nas análises linguísticas e semióticas necessárias à compreensão e à produção de linguagens estarão, concomitantemente, sendo construídos durante o Ensino Fundamental (Brasil, 2018, p. 81).

Assim, a morfologia se constitui como objeto de conhecimento da Língua Portuguesa, do 1º ao 9º ano do Ensino Fundamental. Por esse motivo e por esse objeto de conhecimento estar relacionado a habilidades específicas dessa área, o professor entendeu que estaria promovendo um diálogo entre a Língua Portuguesa e a Química.

Dessa forma, partindo da definição de geometria – “medida da terra” (Einstein, 2005, p. 666), o professor procurou incorporar a ela, elementos que são conhecidos e estudados pelos estudantes em outras disciplinas, para que percebessem a interligação possível com a Química e para que a construção do conhecimento se desse de forma mais significativa.

Com o auxílio de fatos históricos, como o do ciclo da cana-de-açúcar no período colonial, a geometria foi apresentada associada a demarcação das áreas de cultivo na época e também atualmente, pois ao serem feitas medições e limitações no terreno, utilizamos arames ou mesmo cercas para isso, fazendo com que surjam formas geométricas. Esse tipo de demarcação é conhecido pela turma do turno da tarde, pois grande parte dos estudantes são da área rural da cidade e auxiliam os pais nos cuidados com as plantações e com os animais, inclusive, na manutenção da demarcação dos espaços das fazendas onde residem.

Ao mencionar as palavras “formas geométricas”, o docente questionou sobre o que os alunos conheciam e as mais citadas foram: quadrado, triângulo e retângulo, já estudadas nas aulas de Matemática, desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. Nesta etapa de escolarização, a BNCC (Matemática – Ensino Fundamental) indica que

[...] em relação às formas, espera-se que os alunos indiquem características das formas geométricas tridimensionais e bidimensionais, associem figuras espaciais a suas planificações e vice-versa. Espera-se, também, que nomeiem e comparem polígonos, por meio de propriedades relativas aos lados, vértices e ângulos (Brasil, 2018, p. 272).

Indo ao encontro dessa proposta, o professor apresentou as diferenças nas formas geométricas citadas quanto ao número de lados e ângulos, que seriam, em um momento posterior, retomados para a compreensão das formas geométricas formadas pelos átomos, quando estão ligados. Para auxiliar a explicação, ele fez as representações das formas geométricas no quadro de giz.

Na segunda aula destinada ao desenvolvimento da sequência didática interdisciplinar, o professor deu início a uma discussão sobre a finalidade do estudo da Geometria Molecular para a Química. Neste momento, além de explicitar o objetivo da aula, ele promoveu a reflexão para que os estudantes levantassem hipóteses sobre os pontos de aproximação entre a geometria – objeto de estudo da Matemática - e a geometria molecular – objeto de estudo da Química, buscando uma aproximação entre essas duas disciplinas.

Consideramos que esse momento da aula foi essencial no sentido de propiciar a participação dos estudantes, saber o que pensam e como desenvolvem o raciocínio. De acordo com Libâneo (2011, p. 30), “o professor medeia a relação ativa do aluno com a matéria (...) considerando os conhecimentos, a experiência e os significados que os alunos trazem a sala de aula (...)”.

Prosseguindo com a apresentação do tema, o docente fez uma revisão dos conteúdos químicos já abordados, como Ligações químicas e Estruturas de Lewis. Normalmente, estes assuntos são explicados a partir de imagens, sejam elas na forma de figuras ou desenhos. Tomando estes últimos como recursos auxiliares na explicação, o docente representou os elétrons dos átomos e suas respectivas ligações, formando as estruturas de Lewis. Porém, mesmo observando a imagem formada no quadro, a compreensão se deu no nível representacional, a partir do qual os estudantes teriam que transitar para o nível submicroscópico (Johnstone, 2000).

Em relação a este último nível, Melo e Silva (2019, p. 306) afirmam que “quando o professor discute o nível submicroscópico são introduzidos conceitos ainda mais abstraídos da realidade

que fazem uso de uma linguagem específica dessa área de conhecimento”. Por isso, “cabe ao professor, por meio da linguagem, possibilitar que os significados dos estudantes se ampliem, favorecendo na apropriação de novos conceitos” (Melo & Silva, 2019, p. 306). Daí, percebemos e destacamos a importância da interdisciplinaridade e da apresentação, mesmo que breve, da morfologia da palavra na primeira aula.

Além da preocupação com a compreensão do significado do conceito, o professor elaborou uma atividade com balões de festas de duas cores diferentes: os de cor vermelha representaram os pares de elétrons ligantes e os de cor amarela, os pares de elétrons não ligantes. Ela foi pensada de modo que os estudantes tivessem uma participação mais ativa, manipulando esse material e observando as formas geométricas formadas ao serem amarrados, já que os balões assumiram a forma mais estável somente quando estavam posicionados corretamente, assim como acontece com os átomos nas moléculas.

Vale ressaltar que o uso dos balões é citado em livros didáticos desde a década de 1990, Peruzzo e Canto (2006), e não foi uma criação do professor. Porém, a preocupação estava em selecionar, para esse momento, um recurso que pudesse auxiliar na compreensão da Geometria Molecular, sem necessariamente, ter autoria dele. A escolha dos balões foi justificada pelo professor por ele os considerarem um material que poderia ser manipulado pelos estudantes, e, assim, ele conseguiria despertar a atenção dos mesmos para a aula, além de tentar tornar o conceito menos abstrato. Essa abstração dos conceitos, inclusive, é um dos motivos citados pelos alunos para considerarem a Química como de difícil aprendizagem.

Essa mesma dificuldade é apontada por Rocha e Cavicchioli (2005). Os autores a atribuem a necessidade de compreensão dos conceitos químicos no nível submicroscópico, e, portanto, eles reafirmam a necessidade de integrá-lo ao nível macroscópico, pois quando o ensino é focado apenas no primeiro, ele se estrutura “em cima de um formalismo e de uma linguagem simbólica e matemática, com amplo uso de fórmulas, estruturas, números e equações. Essa prática constitui um problema sério na possibilidade efetiva dos discentes de acompanhar esta disciplina” (p. 29).

Após distribuir os balões - tanto os de cores vermelhas, quanto os de amarela -, os alunos, organizados em grupos, foram convidados a montarem moléculas com dois, três e quatro pares de elétrons ligantes, sendo as primeiras representantes da geometria linear e as demais, da angular. Os balões de cores amarelas foram sendo utilizados conforme a estrutura da molécula apresentasse pares de elétrons não ligantes no átomo central.

Ao interagirem com os materiais e com os colegas, eles tiveram a oportunidade de serem responsáveis pela construção do próprio conhecimento, uma vez que o docente atuou como mediador, e não como detentor do saber, tirando as dúvidas que surgiam por meio de questionamentos sobre a forma como os balões eram amarrados. Essa aproximação foi essencial para a identificação das relações que os estudantes estabeleciam com os conteúdos já abordados em outras disciplinas. “Eles conseguiram enxergar coisas que estão ali, que estão em outras disciplinas, em outras aulas e eles conseguiram participar mais. Eles falaram ‘ah, isso eu já vi’, ‘o professor de Matemática falou isso’. Então, acho que ficou mais fácil e mais participativo para eles”. E ele continuou apontando as contribuições da aula na perspectiva interdisciplinar não só para os estudantes, como também para sua prática pedagógica:

[...] trazendo essa abordagem interdisciplinar, eu acho que abre um pouco o campo. Então, eles vão ter outros tipos de perguntas e a gente, às vezes, no momento da aula também, lembra de outros exemplos e acaba agregando mais. Eu acho que isso que foi o mais importante dessa abordagem que a gente fez de forma diferenciada.

A princípio, os estudantes tentaram amarrar os balões de várias formas, colocando-os em posições diferentes, até perceberem que existe apenas uma, na qual eles ficaram estáveis,

melhor acomodados. Diante dessa observação do professor, julgamos ser importante a utilização de sequências didáticas que utilizem recursos nas quais os discentes possam manipular, experimentar e refletir sobre as ações desenvolvidas. Porém, é adequado que esses recursos sejam apresentados junto a uma explicação sobre o que vem a ser modelos e representações, de modo que possam ser mais significativos e não leve os estudantes a imaginarem que, o que foi observado é uma forma de representar o que não está sendo visto e não o real.

Na terceira aula, as geometrias moleculares: trigonal plana, piramidal e tetraédrica, foram apresentadas no quadro de giz pelo docente, além daquelas observadas na aula anterior pelos estudantes, ao amarrarem os balões. O mesmo esquema da aula anterior foi adotado, com os estudantes, que montaram as estruturas com os balões vermelhos e amarelos. Sendo assim, esse foi um momento para rever e relembrar o que foi estudado e visualizado, não só relacionado ao tema Geometria Molecular, mas também aos ângulos de ligação formados em cada uma das geometrias, retomando o que foi introduzido na primeira aula, em um diálogo com a Matemática. Novamente, o professor procurou mostrar que a aprendizagem de Química pode estar ligada à de outras disciplinas, em uma relação linear, e não hierárquica.

Em seguida, os estudantes desenharam no caderno a estrutura de Lewis das moléculas que representaram por meio dos balões, de forma a registrar o que observaram para estudos posteriores. Segundo Luz (2007, p. 6), os desenhos são recursos muito significativos, se constituindo como um

[...] instrumento facilitador do estudo de tudo que se refere à inteligência espacial, sendo um valioso elemento da prática pedagógica interdisciplinar. Através dele, tudo que é abstrato, transforma-se em concreto. Representa a realidade em ideias através de projeções (arquitetar ideias, planejar, lançar uma ideia) e perspectivas (forma ou aparência sobre a qual algo se apresenta, panorama, projeção em três dimensões).

Portanto, o desenho, além de desenvolver as habilidades motoras, espaciais e artísticas dos indivíduos, é um facilitador no processo de processo de aprendizagem, pois possibilita a identificação das dificuldades que surgem ao compreender conceitos no nível representacional e submicroscópico. Ele foi a base para prosseguir com a abordagem sobre a polaridade das moléculas na quarta aula.

Polaridade das moléculas é um tema que tem as geometrias moleculares como aporte. Ao iniciar a apresentação, o professor explicou o conceito de vetor, a partir de um plano cartesiano. Os vetores são considerados conceitos específicos da Física e estão associados a força, peso e atrito. Na Química, os vetores formados pelas moléculas, mediante sua geometria, podem ser anulados ou não, tornando a molécula polar ou apolar. Dessa forma, além da utilização da Física, o professor considerou que a Matemática também foi mobilizada durante aula, ao utilizar o plano cartesiano.

Ao serem questionados sobre o estudo dos vetores, os estudantes afirmaram que não o conheciam e, portanto, foi preciso fazer uma explicação mais aprofundada e não uma revisão, como o docente havia previsto. Na entrevista, após a aplicação da estratégia didática interdisciplinar, ele esclareceu que o interesse dos alunos, quando há integração entre as diferentes disciplinas foi maior: “[...] os alunos, às vezes se demonstram mais interessados porque eles veem um tópico que eles sabem na Matemática ou sabem na História e eles conseguem enxergar que ali também eles podem falar sobre isso. Então, acho que para eles também foi mais interessante”.

Talvez, esse interesse tenha sido despertado nos estudantes pelo fato de que perceberam que um determinado conceito, considerado específico de uma determinada disciplina, pode ser ampliado e explicado de forma mais ampla em diferentes fenômenos. Esse movimento, para Lück

(2017, p. 14), é necessário porque os “conhecimentos, distanciados uns dos outros e da realidade a partir da qual foram produzidos, necessitam urgentemente ser articulados, a fim de que possam constituir um todo organizado”.

Por fim, na quinta aula, com o intuito de revisar a Geometria Molecular, o docente utilizou um software que permite a montagem de moléculas e as apresenta em 3D, mostrando os ângulos de ligação. Segundo Raupp, Serrano e Moreira (2009, p. 66)

[...] a visualização em Química é ponto fundamental, pois sua aprendizagem envolve habilidades visuoespaciais que dão suporte para realizar determinadas operações cognitivas espacialmente. É através destas operações que nos tornamos capazes de internalizar as visualizações externas, para então manipularmos as estruturas mentalmente, podendo externiza-las após esse processo.

Como a utilização de tecnologias de informação e comunicação, em sala de aula, vem sendo apontada como auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, e requisitada pelos próprios estudantes, o professor acreditou ser importante propiciar esse contato, uma vez que muitos alunos não têm computador e nunca tiveram a oportunidade de acessar aplicativos como o do software. Desse modo, “as NTICs [Novas Tecnologias de Informação e Comunicação] permitem novas possibilidades e formatos educativos, pois rompem as barreiras limitadoras das disciplinas curriculares ao permitir aprender de forma interdisciplinar e aberta” (Pinheiro, 2006, apud Santos, 2009, p. 37).

Diante das vantagens citadas e percebidas pelo docente, na segunda entrevista, ele afirmou que, se for possível repetir essa estratégia didática interdisciplinar, destinará mais tempo para essa última aula, no intuito de que os estudantes tenham mais oportunidades de interagir no computador.

Após finalização da sequência didática interdisciplinar sobre Geometria Molecular, percebemos que, durante as cinco aulas, o professor não buscou uma aproximação entre os conteúdos que foram apresentados e situações do cotidiano. Inferimos que seja pelo fato do tema ter sido apontado por ele como difícil de ser abordado e ensino e pela compreensão que tem sobre a interdisciplinaridade, como mostra o excerto da transcrição da entrevista realizada com ele. Para o docente, a interdisciplinaridade consiste em

[...] abordar dentro da aula de Química vários temas de outras disciplinas, né. E mostramos para os alunos que alguns [...] termos ou conceitos que a gente, às vezes, aborda dentro da nossa aula de Química são os mesmos, [...] também das outras disciplinas. Então acho que a gente conseguiu fazer essa interdisciplinaridade.

Portanto, para ele a sequência didática interdisciplinar teria compromisso de estabelecer a relação entre as disciplinas do currículo, de forma não aprofundada: “É claro que, assim, não dá pra gente aprofundar em tudo, né, em todos os temas”. Sem que situações do cotidiano sejam inseridas.

Conclusões

Atualmente, os problemas que se apresentam cotidianamente são globais e, para eles, precisamos ter respostas amplas para as quais é necessária a mobilização dos conhecimentos das diferentes áreas. Entretanto, no âmbito escolar, essa mobilização ainda é difícil de ser percebida, pois os currículos continuam organizados em disciplinas, que parecem não ter qualquer relação entre elas. Mas para atender a Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio, esse formato que vem sendo adotado precisará de reformulação, agrupando os componentes curriculares em áreas do conhecimento e não os suprimindo.

Nesse cenário, (res)surge a interdisciplinaridade, ainda pouco explorada nas escolas. Ela tem um importante papel nesse processo de reorganização dos currículos por possibilitar a interação entre as disciplinas e, assim, uma visão mais ampla dos fenômenos. Contudo, é importante ressaltar que a interação não deve se limitar às disciplinas, mas sim, entre elas e aspectos que permeiam situações do nosso cotidiano, como os políticos, sociais e ambientais.

Entretanto, para o professor de Química que elaborou e desenvolveu de uma sequência didática sobre Geometria Molecular, esse aspecto não foi contemplado. Inferimos que a dificuldade apontada por ele para ensinar esse conteúdo, tenha impedido de pensar e selecionar situações do cotidiano que pudessem ser relacionadas ao que foi explicado nas cinco aulas.

Mas mesmo diante dessa dificuldade, o professor se apropriou de conceitos que são próprios da Língua portuguesa, da História, da Matemática e da Física para planejar a sequência didática interdisciplinar, além de buscar estimular as habilidades motoras, sociais, espaciais e artísticas dos estudantes, por meio da realização de desenhos, da atividade com balões, da interação com os colegas, em grupo, e do manuseio de um software.

Porém, é adequado que esses recursos sejam apresentados junto a uma explicação sobre o que vem a ser modelos e representações, de modo que possam ser mais significativos e não leve os estudantes a imaginarem que, o que foi observado é uma forma de representar o que não está sendo visto e não o real.

Essas diferentes formas para apresentar a Geometria Molecular propiciaram a participação e o interesse dos alunos, na concepção do professor, e ainda aprimoram sua prática. Por isso, ele que considera reaplicar a estratégia didática interdisciplinar em outras turmas. Diante desses resultados, esperamos que esse artigo promova a reflexão sobre a importância da interdisciplinaridade no processo de ensino e aprendizagem e estimulem outros docentes a desenvolverem práticas voltadas a interdisciplinaridade.

Referências

- Alves, Railda F., Brasileiro, Maria do Carmo E., & Brito, Suerde M.O. (2004). Interdisciplinaridade: Um Conceito em Construção. *Episteme*, (19), 139-148.
- Bardin, Laurence. (2016). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Brasil. Conselho Nacional de Educação. (2001). *Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química*. Brasília: MEC/SEB.
- Brasil. Secretaria de Educação Básica. (2012). Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. *Pacto nacional pela alfabetização na idade certa: alfabetização em foco: projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares: ano 03, unidade 06*. Brasília: MEC/SEB.
- Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB
- Correia, Paulo R. M., Donner Jr, John W. A., & Infante-Malachias, Maria Elena (2008). Mapeamento Conceitual como Estratégia para Romper Fronteiras Disciplinares: A Isomeria nos Sistemas Biológicos. *Ciência & Educação*, 14(3), 483-495.
- Duarte, Hélio A. (2001). Ligações Químicas: Ligação Iônica, Covalente e Metálica. *Química Nova na Escola*, Cadernos Temáticos(4), 14-23.
- Einstein, Albert (2005). Geometria e Experiência. *Scientiæ studia*, 3(4), 665-675.
- Everton, Cláudia B. S., & Reis, Hellen J. D. A. (2021). A interdisciplinaridade na concepção dos professores de ciências dos anos finais do ensino fundamental nas escolas públicas do município de Pinheiro-MA. *Pesquisa em Foco*, 26(1), 177-203.

- Fernandes, Ana Luisa A. (2017). *A Prática Interdisciplinar de Professoras de Ciências do Ensino Fundamental Ciclo II*. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.
- Filgueiras, Carlos A. L. (1985). Geometria Molecular. *Química Nova*, 8(4), 329-331.
- Gerhard, Ana Cristina, & Rocha, João Filho Bernardes (2012). A Fragmentação dos Saberes na Educação Científica Escolar na Percepção de Professores de uma Escola de Ensino Médio. *Investigação em Ensino de Ciências*, 17(1), 125-145.
- Gil, Antônio Carlos. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6ª ed.). São Paulo: Atlas.
- Hagen, Vivian Miranda Luciene C., & Mota, Márcia M. P. E. (2010). Consciência Morfológica: Um Panorama da Produção Científica em Línguas Alfabéticas. *Psicologia: Teoria e Prática*, 12(3), 135-148.
- Japiassu, Hilton. (1995). A questão da interdisciplinaridade. In Silva, L. H. & Azevedo, J. C. (orgs). *Paixão de Aprender II*. Petrópolis: Vozes, pp. 324-332.
- Johnstone, Alex H. (2000). Teaching of Chemistry: Logical or Psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9-15.
- Kotz, Jhon C., Treichel Jr., Paul M., Townsend, Jhon R., & Treichel, David A. (2016). *Química Geral e reações Químicas* (3ª ed.). São Paulo: Cengage Learning.
- Libâneo, José Carlos. (2011). *Adeus professor, adeus professora? Novas exigências educacionais e profissão docente* (13ª ed.). v.2. São Paulo: Cortez.
- Lima, Donizete F. (2018). A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna no ensino médio. *Revista Triângulo*, 11(1), 151-162.
- Lisboa, Julio Cezar F. (2016). *Ser Protagonista Química* (3ª ed.). São Paulo: Edições SM.
- Lüdke, Menga, & André, Marli E. D. A. (2018). *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas* (2ª ed.). Rio de Janeiro: Editora Pedagógica e Universitária.
- Lück, Heloísa (2017). *Pedagogia interdisciplinar: Fundamentos teórico-metodológico* (18ª ed.). Petrópolis: Vozes.
- Luz, Adriana A. B. S. (2007). As relações interdisciplinares no ensino do desenho: um instrumento facilitador na construção do conhecimento humano. *Gráfica*.
- Melo, Mayara S., & Silva, Roberto R. (2019). Os Três Níveis do Conhecimento Químico: Dificuldades dos Alunos na Transição entre o Macro, o Submicro e o Representacional. *Revista Exitus*, 9(5), 301-330.
- Moreira, Marco A. (2011). *Aprendizagem significativa: A teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Nicola, Jéssica A., & Paniz, Catiane M. (2016). A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. *InFor - Inovação e Formação*, 2(1), 355-381.
- Pavianni, Jayme. (1988). *Problemas de filosofia da educação*. Petrópolis: Vozes.
- Peruzzo, Francisco Miragaia, & Canto, Eduardo Leite (2006). *Química na abordagem do cotidiano*. 4. ed. São Paulo: Moderna.
- Pinheiro, Thais C. (2006). As contribuições da Geografia para a abordagem interdisciplinar no ensino médio. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Raupp, Daniele Serrano Agostinho, & Moreira, Marco Antônio (2009). Desenvolvendo Habilidades Visuoespaciais: Uso de Software de Construção de Modelos Moleculares no Ensino de Isomeria Geométrica em Química. *Experiências em Ensino de Ciências*, 4(1), 65-78.

Rocha, José Roberto C., & Cavicchioli, Andrea. (2005). Uma Alternativa para o Aprendizado dos Conceitos de Átomo, Molécula, Elemento Químico, Substância Simples e Substância Composta, no Ensino Fundamental e Médio. *Química Nova na Escola*, (21), 29-33.

Santos, Margarida M. C. (2009). *As Novas Tecnologias em Projetos Interdisciplinares na Escola Pública – Um Estudo à Luz da Teoria da Atividade*. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Setti, Grazielle O., Gibin, Gustavo B., & Ferreira, Luiz Henrique (2019). Ensino de Geometria Molecular por Meio do Uso de Modelo Físico Construído com Materiais Recicláveis e de Baixo Custo. *Experiências em Ensino de Ciências*, 14(2), 542-557.

Silva, Geruza B. (2014). O papel da motivação para a aprendizagem escolar. Monografia (Especialização em Fundamentos da Educação), Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Stamberg, Cristiane S. (2016). A interdisciplinaridade e o ensino de ciências na prática de professores do ensino fundamental. *Experiências em Ensino de Ciências*, 11(3), 128-138.

Trindade, Diamantino F. (2013). Interdisciplinaridade: Um novo olhar sobre as ciências. In Fazenda, I. (org.). *O que é interdisciplinaridade?* São Paulo: Cortez, pp. 71-89.