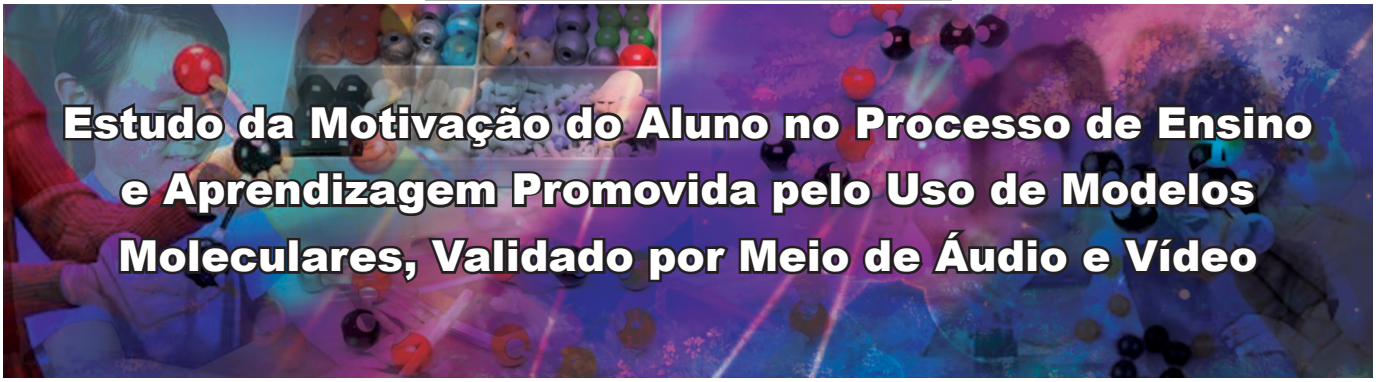
http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160123



Estudo da Motivação do Aluno no Processo de Ensino e Aprendizagem Promovida pelo Uso de Modelos Moleculares, Validado por Meio de Áudio e Vídeo

Paulo H. Fabri e Rosana A. Giacomini

Este trabalho buscou construir uma metodologia para validar o estudo da relação da motivação do aluno com o processo de ensino e aprendizagem, frente à realização de estratégias didáticas lúdicas como instrumento de motivação. Para investigar a influência das estratégias na aprendizagem, utilizaram-se os instrumentos: avaliações diagnóstica e continuada, questionário autoavaliativo (escala Likert), registro no caderno de observação e videogravações. A pesquisa foi realizada com alunos do curso de Engenharia de Pesca nas disciplinas de Química Geral e Química Orgânica. Por meio das avaliações diagnóstica e continuada, observou-se que os alunos de ambas as turmas tiveram uma grande evolução conceitual. Pela análise dos questionários autoavaliativos, notou-se que todos os alunos se declararam mais motivados em estudar. Ao final, esses dados foram validados com o auxílio de gravações de áudio e vídeo e com os registros presentes no caderno de observações do professor pesquisador.

▶ motivação do aluno, modelos moleculares concretos, vídeogravações ◀

Recebido em 27/08/2017, aceito em 20/10/2017

A literatura aponta um grande desinteresse dos alunos pela química, que consideram uma disciplina de difícil compreensão e não sabem a finalidade de estudá-la e aprendê-la (Cardoso e Colinvaux, 2000; Silva e Silva, 2008; Santos *et al.*, 2013; Pessoa e Alves, 2015). Esse fato é decorrente de um ensino tradicional, no qual não se prioriza o processo de construção do conhecimento por parte do aluno, mas se enfatiza somente os aspectos conceituais, as definições de leis, a memorização de conteúdos isolados e a transmissão de conhecimentos sem nenhuma relação com as transformações da natureza (Trassi *et al.*, 2001).

Diretrizes mais amplas para o ensino brasileiro foram estabelecidas a fim de proporcionar ao aluno uma formação crítica para que seja capaz de atuar de forma consciente na sociedade em que vive, além de viabilizar um preparo para sua vida profissional. Professores e pesquisadores têm proposto diferentes estratégias e metodologias de ensino mais modernas, acessíveis e de baixo custo, a fim de motivar o aluno e contribuir no desenvolvimento de habilidades e competências propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2000; Trassi *et al.*, 2001; Justi e Mendonça, 2008).

Para Miranda (2002), a atividade lúdica é vista como ferramenta de aprendizagem, pois pode proporcionar o desenvolvimento cognitivo, promover a socialização, desenvolver a criatividade e tornar o estudante mais interessado e motivado. Atividade lúdica é toda aquela que produz satisfação a partir da sua realização. Por esta razão, pode-se dizer que as atividades lúdicas têm uma relação direta com o grau de motivação e, consequentemente, com a aprendizagem do indivíduo (Macedo *et al.*, 2005). De acordo com esta definição, atividade lúdica pode ser caracterizada por diversas práticas que comumente são utilizadas como recursos de ensino, tais como: música, teatro, vídeos, dança, jogos, dentre todas aquelas que podem despertar o interesse e a motivação em sua realização (Sá, 2010).

Outro recurso muito utilizado por professores, principalmente no ensino da química, são modelos moleculares construídos por diferentes tipos de materiais. Observa-se que o uso desse tipo de recurso motiva o aluno na construção de estruturas moleculares de forma semelhante ao manuseio de blocos do tipo Lego e, por essa razão, considera-se que o uso de modelos moleculares é uma atividade lúdica.

A seção "Ensino de Química em Foco" inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos, procedimentos metodológicos e discussão dos resultados.

Estudos demonstram que o uso de modelos moleculares facilita o processo de ensino e aprendizagem, contribuindo na capacidade de abstração do aluno (Abraham *et al.*, 2010; Al-Balushi e Al-Hajrib, 2014).

Segundo Al-Balushi e Al-Hajrib (2014), para compreender fenômenos químicos é importante ter o conhecimento sobre a estrutura das moléculas e como elas interagem entre si. Para isso, é necessário visualizar mentalmente as moléculas e suas interações. Na linguagem da química, essas representações são expressas de diversas formas, como por exemplo, equações, modelos moleculares concretos, desenhos, gráficos, mapas, tabelas, analogias, animações e simulações em computador. Essas representações ajudam os alunos a entenderem conceitos chave, a se comunicarem cientificamente e, principalmente, a compreenderem as inter-relações entre os três níveis da química: macroscópico, submicroscópico e simbólico. Além disso, pode levar o aluno a ter maior motivação em seu processo de aprendizagem (Ghaffari, 2006; Abraham *et al.*, 2010; Al-Balushi e Al-Hajrib, 2014).

Com relação à motivação dos alunos, Alcará e Guimarães (2007) dizem:

> *No contexto educacional, a motivação dos alunos é um importante desafio a ser enfrentado, pois tem implicações diretas na qualidade do envolvimento do aluno com o processo de ensino e aprendizagem. O aluno motivado busca novos conhecimentos e oportunidades, mostrando-se envolvido com o processo de aprendizagem, envolve-se nas tarefas com entusiasmo e demonstra disposição para novos desafios* (Alcará e Guimarães, 2007, p. 177).

Segundo Siqueira e Wechsler (2006), a motivação era considerada uma pré-condição importante para a aprendizagem. Com o aumento do interesse no estudo dos aspectos motivacionais no ensino, as pesquisas realizadas demonstraram que há uma relação recíproca entre aprendizagem e motivação. Ou seja, a motivação do aluno é primordial para promover a aprendizagem, bem como a aprendizagem interfere na motivação.

Segundo Siqueira e Wechsler (2006), a motivação era considerada uma pré-condição importante para a aprendizagem. Com o aumento do interesse no estudo dos aspectos motivacionais no ensino, as pesquisas realizadas demonstraram que há uma relação recíproca entre aprendizagem e motivação. Ou seja, a motivação do aluno é primordial para promover a aprendizagem, bem como a aprendizagem interfere na motivação.

No estudo da motivação relacionado ao aprendizado escolar, é destacado o conceito de motivação intrínseca e extrínseca. A motivação extrínseca está relacionada ao interesse do aluno em receber uma recompensa externa ou social ao realizar uma determinada atividade. Nesse caso, o aluno está mais preocupado com o julgamento de outros, como dos pais e/ou dos professores, ou seja, o aluno realiza a tarefa com o intuito de receber elogios, ter reconhecimento ou para não ser repreendido. A motivação intrínseca está relacionada com os fatores internos do aluno, com seus interesses. Nesse caso, não há necessidade de recompensas, visto que a atividade em si gera satisfação, pois o aluno a considera agradável (Siqueira e Wechsler, 2006).

O Uso de Modelos Moleculares no Ensino

Modelos podem ser definidos como uma representação simples de um fenômeno, de um objeto ou até mesmo de um conceito. A finalidade de qualquer tipo de modelo é auxiliar na compreensão de conteúdos abstratos facilitando o pensamento científico. Os modelos moleculares são modelos teóricos que ajudam a compreender a estrutura atômica e suas interações (Migliato Filho, 2005).

Na segunda metade do século 19, houve o desenvolvimento da teoria estrutural e da estereoquímica. A partir desse momento, saber e compreender a estrutura de um composto molecular passa a ser primordial para o estudo das propriedades físicas e químicas desse composto. Ao longo do tempo, surgiram diversas técnicas e convenções para representar visualmente as estruturas tridimensionais das moléculas sobre um espaço gráfico bidimensional. Além disso, outra forma de representação adotada pelos químicos tem sido a de modelagem molecular física, isto é, a representação por meio de estruturas moleculares reais, estruturas físicas, chamadas geralmente apenas de modelos moleculares. Esses modelos são utilizados como estruturas tridimensionais que representam a posição espacial dos átomos e as ligações entre eles (Francoeur, 2000; Siodłak, 2013).

Vários tipos de modelos têm sido desenvolvidos ao longo dos tempos, desde estruturas de arame até o modelo estrutural criado por Corey, Pauling e Koltun, conhecido como modelo CPK (Hageman, 2010). Os modelos vendidos no comércio são usualmente caros e, portanto, não são muito acessíveis. Por isso, diversos modelos moleculares produzidos com materiais de fácil obtenção e de baixo custo estão cada vez mais presentes nos trabalhos de pesquisa e no ensino. Tais pesquisas demonstram que o uso desses modelos criados com materiais reciclados é tão eficiente quanto os comerciais, além de se ter acesso a um número ilimitado dos mesmos (p. ex., Ghaffari, 2006; Mateus e Moreira, 2007; Carneiro *et al.*, 2011; Siodłak, 2013). Os modelos moleculares podem ser usados em todos os níveis da educação, sendo sua aplicação limitada apenas pela imaginação.

Segundo Ghaffari (2006), os modelos moleculares ajudam o aluno a visualizar a geometria molecular, estudar as reações químicas a nível molecular e a conceituar a natureza física e química das moléculas. Em seu trabalho, o autor faz uma abordagem utilizando modelos moleculares para contribuir na aprendizagem sobre conceitos básicos de química geral. Os resultados obtidos

demonstraram que os alunos conseguiram com facilidade estabelecer a relação entre os modelos e os conceitos abordados, além de se envolverem ativamente no processo de aprendizagem.

De acordo com Al-Balushi e Al-Hajrib (2014), a utilização de modelos moleculares no estudo da química orgânica contribui no entendimento da conectividade dos átomos, da quiralidade das substâncias, do ângulo de ligação e do comprimento de ligação. Além disso, a visualização tridimensional das moléculas por meio dos modelos facilita a compreensão dos conceitos de estequiometria e ajuda o estudante a entender e a prever a reatividade química e as propriedades físicas dos compostos.

Francoeur (2000) demonstra em seu trabalho que a utilização de modelos moleculares vem sendo realizada em pesquisas e projetos como entidades conceituais para articular os conhecimentos e as experiências. Os modelos são usados como apoio importante no estudo da estereoquímica, pois contribuem na visualização da conformação da estrutura molecular, facilitando a análise das implicações que uma determinada estrutura pode causar não apenas às propriedades geométricas complexas, mas também às propriedades mecânicas, à flexibilidade e rigidez, dentre outras. O autor acredita que os modelos moleculares foram importantes historicamente, pois contribuíram na identificação das propriedades mecânicas das estruturas e na construção do conhecimento, por meio da pesquisa, sobre os arranjos espaciais dos átomos.

Hageman (2010) propõe que os próprios alunos construam seus modelos moleculares para utilizá-los no curso de bioquímica. O autor demonstra que a construção e manipulação de modelos moleculares é uma estratégia que contribui de forma significativa na compreensão de conceitos químicos e bioquímicos, pois aumenta o envolvimento e interesse do aluno pelas atividades desenvolvidas, resultando em um melhor aprendizado. Esse processo torna mais evidente a importância do uso de modelos moleculares no ensino.

Tendo em vista os trabalhos citados, é notório que o uso de modelos moleculares concretos como um instrumento facilitador do processo de ensino e aprendizagem é de grande valor, pois contribui na assimilação e no aprendizado de conceitos químicos, facilita a visualização das ligações entre os átomos e a compreensão do seu arranjo espacial (Carneiro *et al.*, 2011), além de ser motivador para o aluno, aumentando sua atenção e interesse pelo conteúdo (Rocha e Cavicchioli, 2005).

A Motivação do Aluno e sua Relação com a Aprendizagem

Despertar o interesse nos alunos e torná-los motivados para aprender, seja por meio de fatores internos e/ou externos, é essencial para se alcançar resultados positivos e expressivos no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem (Severo e Kasseboehmer, 2017). As estratégias de ensino têm sido muito utilizadas para promover essa motivação, no entanto, é importante avaliar qual a relação delas com a motivação e o aprendizado e, principalmente, propor estratégias didáticas que, de fato, contribuam no processo de educação (Maieski, 2011; Morais e Santos, 2016).

Segundo Bzuneck (2009), motivação ou motivo é um impulso que faz com que uma pessoa se movimente, aja de forma a mudar seu percurso para atingir seus objetivos. A motivação é vista como fatores psicológicos ou como um processo e não apenas um produto. Dessa forma, o estudo e compreensão da motivação são realizados por meio da observação de alguns comportamentos e nunca de forma direta. No que diz respeito à motivação para aprendizagem, o meio escolar deve ser levado em consideração devido à grande diversidade e especialidade presentes nesse ambiente. De forma geral, as tarefas realizadas pelos alunos na escola são atividades mentais que exigem atenção, concentração, comunicação, expressão, raciocínio, processamento de dados, dentre outras (Siqueira e Wechsler, 2006; Bzuneck, 2009).

Segundo a literatura, o domínio e o uso de estratégias eficientes de ensino e a motivação do aluno para aprender são importantes para a compreensão da aprendizagem escolar. Essas estratégias são sequências de atividades selecionadas com o objetivo de facilitar a construção do conhecimento e fomentar o processo de ensino-aprendizagem (Bzuneck, 2009; Berger e Karabenick, 2011; Weinstein *et al.*, 2011; Perassinoto *et al.*, 2013). No entanto, não basta apenas ter o domínio sobre a utilização de estratégias de ensino, é importante que o aluno tenha motivação para executá-las e, principalmente, que a própria estratégia contribua e gere uma motivação no estudante. A motivação é um processo comportamental relacionado com o cumprimento de objetivos, é responsável por fazer o indivíduo agir (Bzuneck, 2009; Perassinoto *et al.*, 2013). Toda ação está relacionada a fatores internos ou externos e tem em si um propósito ou certa intenção. Segundo Schunk *et al.* (2013), em toda atividade a ser concretizada é primordial que o indivíduo possua como ponto de partida uma intenção. Para realizar uma atividade, agir em prol de uma determinada intenção, é necessário algum impulso físico ou mental (Bzuneck e Guimarães, 2010; Maieski, 2011; Schunk *et al.*, 2013).

No meio escolar, é comum se deparar com a falta dessa intenção, o que gera a desmotivação para aprender. Não é fácil motivar os alunos, por isso, cada vez mais, professores e pesquisadores propõem estratégias de ensino que têm o propósito de despertar em seus alunos a intenção para aprender e, além disso, podem promover o aprendizado mais significativo (Maieski, 2011; Schunk *et al.*, 2013; Severo e Kasseboehmer, 2017).

Avaliação da Motivação do Aluno Durante o Processo de Ensino e Aprendizagem

Devido à pluralidade dos elementos relacionados ao grau de envolvimento dos alunos com a aprendizagem escolar, pode-se afirmar que a avaliação da motivação do aluno, bem como dos seus efeitos no processo de ensino e aprendizagem não é uma tarefa fácil (Guimarães *et al.*, 2002). Em se tratando do ensino de ciências, isso pode ser comprovado pela literatura da área a qual carece de instrumentos que

possibilitem a verificação e a convalidação dos dados no estudo da motivação dos alunos em sala de aula.

Trabalhando em uma perspectiva mais ampla, não somente relacionada ao ensino de ciências, observa-se que alguns pesquisadores têm obtido resultados importantes para a psicologia escolar e educacional ao desenvolver e aplicar métodos para avaliar a motivação dos estudantes em aprender (Neves e Boruchovitch, 2007). De acordo com Schunk *et al.* (2013), de maneira geral, os meios de avaliação da motivação para a aprendizagem podem ser classificados segundo seu perfil metodológico em: (*i*) avaliar por meio de observação direta de comportamento; (*ii*) avaliar por meio de julgamento de outros e por relatos; e (*iii*) autoavaliação feita pelos próprios alunos envolvidos na pesquisa.

Os métodos que envolvem unicamente a observação consistem em registrar o esforço do aluno e sua persistência diante das dificuldades. Nesse caso, essa análise é feita pelo próprio pesquisador ou por pessoas que têm contato com o aluno e que, portanto, têm a capacidade de relatar as atitudes e ações dos estudantes (Siqueira e Wechsler, 2006; Schunk *et al.*, 2013).

Esses métodos são passíveis de distorções ou de perdas de informações, visto que o observador pode não ser capaz de acompanhar e registrar todos os acontecimentos que se passam durante a coleta de dados, ou ainda, pode deixar de registrar certos fatos por julgá-los como não importantes (Guimarães *et al.*, 2010). Embora tenha tais limitações, segundo Chiu (1997), trata-se de métodos que deveriam ser mais explorados, pois o pesquisador observa e registra com maior fidedignidade os eventos que de fato estão ocorrendo no momento da pesquisa.

Dentre os instrumentos de avaliação da motivação na aprendizagem que são encontrados na literatura, observa-se que os que envolvem a autoavaliação são os mais frequentes. Nesse caso, a análise e o julgamento da motivação do aluno em estudar determinados conteúdos são feitos pelo próprio aluno, podendo ser em forma de questionário, entrevistas, dentre outros, que buscam indagar sobre suas ações, seus sentimentos e suas crenças (Siqueira e Wechsler, 2006; Schunk *et al.*, 2013).

De acordo com Fraser (1998), ao contrário dos métodos de observação direta e registro, o método de autoavaliação apresenta a vantagem de obter informações de caráter interno e sobre o ambiente da pesquisa fornecidas pelos próprios participantes. Como os alunos se conhecem melhor, devido ao convívio mais próximo, eles podem fornecer informações bastante precisas sobre as impressões de sua turma. Embora o fato de o próprio estudante avaliar a sua motivação apresente as vantagens citadas, há um risco de se obter informações distorcidas, uma vez que o aluno pode não ser sincero por medo de possível retaliação por parte do professor ou ainda, por interesse de obter vantagens em sua avaliação. Também não se pode descartar a possibilidade de o aluno não saber se expressar corretamente ou estar desinteressado em responder o questionário (Guimarães *et al.*, 2010).

Segundo Guimarães *et al.* (2010), pesquisas envolvendo o método de autoavaliação são muito utilizadas tanto na obtenção de dados qualitativos quanto quantitativos, sendo muito comum o uso de escalas de mensuração ou de questionários do tipo Likert. Sobre essas escalas, os autores afirmam:

> *É característica das escalas de mensuração a apresentação de itens ou questões, que são estímulos elaborados ou pistas destinadas a ativar as representações cognitivas ou estruturas de conhecimento armazenado. O participante responderá a cada item marcando o grau que julgar verdadeiro, com o que concorda, ou com que frequência ocorre um comportamento etc.* (Guimarães *et al.*, 2010, p. 74).

A fim de minimizar as possíveis distorções decorrentes desse método de coleta de dados, é de extrema importância o uso de métodos que validem e confiram precisão às medidas obtidas. Um instrumento que pode ser utilizado com o propósito de validar pesquisas no campo educacional é a realização de videogravações, pois essa técnica permite ao pesquisador uma análise mais detalhada do comportamento dos alunos, uma vez que os vídeos podem ser assistidos sempre que preciso. Além disso, a contraposição da análise do vídeo com os dados obtidos a partir da autoavaliação feita pelos alunos permite que o pesquisador identifique as incoerências observadas nas respostas dadas pelos discentes (Garcez *et al.*, 2011).

Segundo Martin (1999) e Clement (2000), a utilização de filmagens representa uma importante e flexível ferramenta para a coleta de dados orais e visuais. Tal técnica permite registrar comportamentos valiosos pela captura de momento-a-momento de pequenos detalhes na fala e no comportamento não verbal, tais como, expressão facial, entonação de voz, gestos corporais, dentre outros. Sendo assim, trata-se de um instrumento de coleta de dados superior à mera observação humana, visto que o observador pode se distrair no momento da coleta, pode não ser capaz de memorizar todos os acontecimentos, além de não conseguir observar todos os eventos ao mesmo tempo.

Segundo Martin (1999) e Clement (2000), a utilização de filmagens representa uma importante e flexível ferramenta para a coleta de dados orais e visuais. Tal técnica permite registrar comportamentos valiosos pela captura de momento-a-momento de pequenos detalhes na fala e no comportamento não verbal, tais como, expressão facial, entonação de voz, gestos corporais, dentre outros. Sendo assim, trata-se de um instrumento de coleta de dados superior à mera observação humana, visto que o observador pode se distrair no momento da coleta, pode não ser capaz de memorizar todos os acontecimentos, além de não conseguir observar todos os eventos ao mesmo tempo.

Diante do exposto, este estudo visa investigar a relação da motivação do aluno com o processo de ensino e aprendizagem e identificar quais instrumentos podem ser utilizados para convalidar os dados, uma vez que apenas a análise da opinião e da nota dos estudantes nem sempre são suficientes ou coerentes. Nesse sentido, este trabalho propôs a construção e execução de uma metodologia para estudar e validar os dados obtidos sobre o desempenho do aluno frente à realização de atividades lúdicas atuando como instrumento de motivação.

Metodologia

A proposta foi aplicada na disciplina de Química Geral e Experimental (QGE), cuja turma continha um total de 27 alunos e na disciplina de Química Orgânica (QO), que contava com um total de 37 alunos. As disciplinas fazem parte, respectivamente, do primeiro e segundo semestres da matriz curricular do curso de graduação em Engenharia de Pesca.

A fim de avaliar a motivação do aluno durante o estudo de temas relacionados à geometria molecular e às funções orgânicas por meio do uso de modelos moleculares concretos, utilizaram-se os seguintes instrumentos para coleta de dados: avaliações diagnósticas, propostas didáticas para estudar os conteúdos, questionário autoavaliativo e avaliações finais. Além disso, foram registradas, em um diário, as observações feitas pelo professor pesquisador sobre o desenvolvimento das atividades em sala. Todas as informações obtidas por esses instrumentos foram validadas por meio de gravações de áudio e imagem realizadas durante a aplicação de toda a estratégia de ensino.

A avaliação diagnóstica foi elaborada com o intuito de investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos que seriam estudados. Para isso, na turma de QGE, foi aplicada uma avaliação que abordava os conteúdos de ligações químicas, geometria molecular e polaridade das ligações. Na turma de QO, a avaliação envolvia os conteúdos de funções orgânicas, propriedades físicas (interações intermoleculares) e estereoquímica. A coleta de dados por meio da avaliação diagnóstica foi feita em sala de aula, de forma escrita, individual, sem consulta e com prazo total de 2 aulas para resolução. Os alunos foram orientados a responder com seriedade e a apresentar suas ideias com a maior riqueza de detalhes possível.

Após a aplicação da avaliação diagnóstica, iniciaram-se as atividades propostas nas estratégias de ensino com cada turma. A sequência didática proposta para a turma de QGE era composta por 3 (três) atividades realizadas em grupo e que tinham como objetivo geral utilizar modelos moleculares concretos para auxiliar o aluno a compreender a distribuição dos átomos no espaço em um composto molecular. Essa estratégia de ensino foi desenvolvida em 3 encontros de 2 aulas cada. A sequência didática proposta para a turma de QO era constituída por 5 atividades que visavam à utilização de modelos moleculares concretos para auxiliar o aluno na compreensão das estruturas dos compostos orgânicos. Todas essas atividades foram realizadas em grupos e desenvolvidas em 5 encontros de 2 aulas cada.

Em ambas as turmas as propostas contaram com a utilização de modelos moleculares concretos como um instrumento que contribui na visualização das moléculas e sua disposição espacial, assim como no entendimento dos conteúdos estudados. Os modelos moleculares utilizados no presente trabalho foram feitos com garrafas PET, tinta a óleo, rebites e eletrotubos, conforme idealizado por Mateus e Moreira (2007). As duas estratégias de ensino continham apenas questões discursivas em que os alunos debatiam no seu grupo utilizando o modelo molecular para respondê-las. Após esse momento, o professor pesquisador promovia uma discussão entre toda a turma até que a construção dos conceitos estudados estivesse bem estabelecida. Durante todo o desenvolvimento da proposta o professor pesquisador contextualizou os conteúdos abordados por meio de exemplos do cotidiano e discussões com a turma, enfatizando a relação entre o que foi estudado e as competências de um Engenheiro de Pesca. Estabelecer as relações dos conteúdos estudados com a vivência do aluno em seu cotidiano, bem como com outras áreas do conhecimento, desempenha um papel fundamental no processo de aprendizagem e no preparo para o exercício da cidadania (Wartha e Faljoni-Alário, 2005). Segundo Santos (2007), a contextualização do ensino é um método que aumenta a motivação do aluno e facilita a aprendizagem.

Todas as atividades das estratégias de ensino, desenvolvidas com as duas turmas, foram gravadas (áudio e imagem). Esse recurso foi utilizado com o propósito de capturar com detalhes o comportamento e o envolvimento dos alunos durante a realização das atividades propostas. Dessa forma, o professor pesquisador teve acesso a informações que os demais instrumentos de coleta de dados não forneciam como, por exemplo, a interação do aluno com o seu grupo, com o professor e com os modelos moleculares concretos. Além disso, esse recurso permitiu que as ações dos alunos durante a realização das atividades fossem analisadas quantas vezes necessárias para a interpretação, a validação e a triangulação entre os dados obtidos com os demais instrumentos.

Ao final da execução das estratégias, os alunos tiveram seus conhecimentos novamente avaliados por meio de uma avaliação final e responderam a um questionário autoavaliativo. Os dois instrumentos foram entregues simultaneamente aos alunos, os quais tiveram um período de 2 aulas para respondê-los de forma individual e sem consulta.

A avaliação final foi construída com o propósito de avaliar os conhecimentos do aluno com relação aos conteúdos estudados, bem como contrapor tais informações com os dados obtidos por meio da avaliação diagnóstica realizada antes do desenvolvimento das atividades.

O questionário autoavaliativo tinha como objetivo investigar a influência que as atividades propostas exerceram na construção do conhecimento dos alunos acerca dos conteúdos estudados. Esse instrumento continha 10 questões fechadas, cujas respostas foram organizadas em uma escala

Likert de 5 pontos, na qual o aluno deveria escolher uma dentre as 5 possibilidades: discordo totalmente, discordo parcialmente, sem opinião, concordo parcialmente e concordo totalmente.

Os dados obtidos por meio da avaliação diagnóstica e continuada (atividades da estratégia de ensino e avaliação final) foram agrupados e expressos em um gráfico do tipo coluna, a fim de se obter uma melhor compreensão e facilitar a visualização da evolução conceitual dos alunos. A nota obtida pelos estudantes por meio desses instrumentos foi expressa em conceitos de A a F. Para análise dos dados obtidos com o questionário autoavaliativo, realizou-se um diagnóstico quantitativo do grau de concordância ou discordância em relação às afirmativas presentes no questionário. Esse instrumento era composto por uma escala Likert de 5 pontos, cujas respostas eram numeradas de acordo com seu peso (1, 2, 3, 4 ou 5). Os valores menores que 3 foram considerados como discordantes e, maiores que 3, como concordantes. O valor exatamente 3 foi considerado como sem opinião. Em seguida, determinou-se a Classificação Média (CM) da pontuação atribuída às respostas, calculando a média ponderada com base no peso referente a cada opção de resposta.

Com base na escala Likert adotada no questionário autoavaliativo, era possível identificar basicamente 3 tendências que caracterizam a opinião da maioria dos alunos quanto à estratégia didática abordada. Dessa forma, se a maioria dos alunos discordasse com a afirmativa em questão, o valor da CM ficaria próximo de 1, enquanto que, se a maioria dos alunos concordasse com a afirmativa, a CM tenderia para um valor próximo de 5. Caso o valor da CM seja próximo de 3, entende-se que a estratégia de ensino não ofereceu subsídio para que o aluno pudesse emitir sua opinião sobre a questão proposta.

Os dados obtidos na presente pesquisa nas turmas de QGE e QO apresentaram um perfil de evolução do conhecimento dos alunos e uma tendência nas respostas dos questionários autoavaliativos muito similares entre si. Dessa forma, os resultados referentes a ambas as turmas são apresentados e discutidos em conjunto, além disso, as questões do questionário autoavaliativo foram agrupadas e analisadas em blocos de similaridades. A análise desses 4 instrumentos de coleta de dados supracitados foi complementada e validada pelas observações efetuadas pelo professor pesquisador e pela análise das filmagens realizadas durante a aplicação das atividades da proposta didática.

Resultados e Discussão

Na Figura 1, são apresentadas as distribuições percentuais dos alunos de QGE e QO em função do conceito obtido por eles nas avaliações diagnóstica e continuada (atividades da estratégia de ensino e avaliação final).

Conforme pode ser visto na Figura 1, na aplicação da avaliação diagnóstica, todos os alunos de ambas as turmas (QGE e QO) apresentaram um baixo rendimento, não atingindo nem o conceito D (50-59%). Ao analisar o perfil desses alunos, verifica-se que a grande maioria deles são estudantes que terminaram o ensino médio há muito tempo e estão retomando os estudos dos conteúdos de química depois de um longo período de afastamento. Este fato pode sugerir fortemente os resultados encontrados em relação ao baixo rendimento obtidos na avaliação diagnóstica.

Por meio da Figura 1 também é possível observar o desempenho apresentado pelos alunos na avaliação continuada, a qual era composta pela avaliação das atividades desenvolvidas na estratégia de ensino e a avaliação final aplicada aos alunos após todo o desenvolvimento da estratégia didática. De maneira geral, observa-se uma grande evolução no rendimento dos alunos. Na avaliação continuada, foi identificado um perfil de distribuição dos conceitos que reflete um grau de aproveitamento satisfatório, demonstrando que houve aprendizagem dos conteúdos trabalhados. Na turma de QGE, apenas 18,5% dos estudantes não atingiram a nota mínima exigida para aprovação (60% de rendimento), os quais obtiveram notas distribuídas entre os conceitos F, E e D. Os demais 81,5% dos alunos alcançaram rendimento superior a 60%, sendo que mais da metade desses alunos

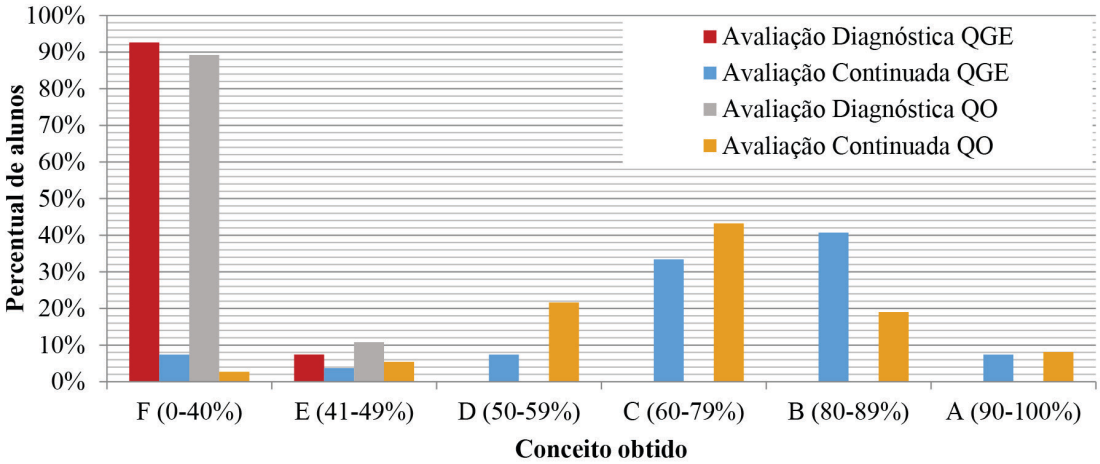


Figura 1: Distribuição percentual dos alunos de Química Geral e Experimental e Química Orgânica em função do conceito obtido por eles na avaliação diagnóstica e na avaliação continuada.

atingiram um desempenho percentual acima de 80%. A turma de QO também apresentou uma evolução no desempenho na avaliação continuada. Nesse caso, 29,7% dos estudantes não alcançaram a nota mínima exigida para aprovação (60% de rendimento), sendo que, dos alunos com rendimento baixo, a maioria obteve conceito D (50-59% de rendimento). O restante dos alunos, 70,3%, alcançou rendimento superior a 60%, sendo que mais da metade desses alunos atingiram o conceito C.

Esses dados indicam que a estratégia didática proposta e desenvolvida no presente trabalho possibilitou aos alunos uma maior compreensão dos conceitos químicos estudados, uma vez que, ao serem avaliados durante e após a realização das atividades, foi notável o avanço conceitual dos estudantes. Isso pode ser confirmado pelo aumento no desempenho obtido por eles na avaliação continuada e pelos relatos realizados do professor pesquisador em seu diário de observação.

De acordo com o professor pesquisador, as turmas de períodos anteriores que não tiveram contato com a estratégia didática e sim, tiveram aulas no formato tradicional, não obtiveram um desempenho tão significativo quanto ao observado nas turmas participantes da presente pesquisa. Os alunos das turmas anteriores apresentaram maior dificuldade na compreensão dos conteúdos estudados, além de demonstrar pouco interesse pelas aulas e baixa interação no decorrer das atividades propostas. Como consequência, obtiveram maior índice de reprovação. Com isso, é possível afirmar que a estratégia de ensino envolvendo o uso de modelos moleculares promoveu a motivação dos alunos, resultando em um aumento do interesse pelos conteúdos, melhorando a interação durante as aulas e o desempenho nas avaliações. Esses fatos estão de acordo com Maieski (2011), que afirma que a motivação do aluno em aprender exerce um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com o professor pesquisador, as turmas de períodos anteriores que não tiveram contato com a estratégia didática e sim, tiveram aulas no formato tradicional, não obtiveram um desempenho tão significativo quanto ao observado nas turmas participantes da presente pesquisa. Os alunos das turmas anteriores apresentaram maior dificuldade na compreensão dos conteúdos estudados, além de demonstrar pouco interesse pelas aulas e baixa interação no decorrer das atividades propostas. Como consequência, obtiveram maior índice de reprovação. Com isso, é possível afirmar que a estratégia de ensino envolvendo o uso de modelos moleculares promoveu a motivação dos alunos, resultando em um aumento do interesse pelos conteúdos, melhorando a interação durante as aulas e o desempenho nas avaliações. Esses fatos estão de acordo com Maieski (2011), que afirma que a motivação do aluno em aprender exerce um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem.

Quanto às comparações realizadas acima, é importante destacar que as turmas que tiveram contato com a estratégia didática envolvem alunos diferentes das turmas em que a estratégia citada não foi aplicada. Portanto, nessa comparação, cabem as seguintes ressalvas:

(*i*) A capacidade de aprendizagem dos alunos em cada turma não pode ser considerada igual ao se fazer tal comparação. Dessa forma, o aproveitamento das turmas seria, provavelmente, diferente em qualquer condição;

(*ii*) Tais comparações foram realizadas com base nas impressões registradas pelo professor pesquisador em seu diário de observação e de acordo com suas experiências com turmas anteriores às que tiveram contato com a proposta didática. O trabalho do professor pesquisador com turmas de QGE e QO, ao longo de vários semestres na mesma instituição, permite que o mesmo faça tais julgamentos com propriedade.

De acordo com Siqueira e Wechsler (2006), a motivação é um fator primordial para a aprendizagem. Dessa forma, com base nos dados apresentados na Figura 1 e nos relatos do professor pesquisador, pode-se inferir que a proposta didática atuou como um instrumento facilitador no processo de ensino-aprendizagem, visto que os alunos ficaram mais motivados ao estudo dos conceitos químicos abordados. Provavelmente, o uso de modelos moleculares concretos como uma estratégia lúdica para o ensino dos conteúdos abordados contribuiu positivamente na motivação dos alunos de forma a gerar melhor resultados (Rocha e Cavicchioli, 2005; Ghaffari; 2006; Al-Balushi e Al-Hajrib, 2014).

Entretanto, não se pode afirmar que houve de fato uma aprendizagem efetiva, pois isso é apenas observado se tal estratégia permitir que os alunos se tornem cidadãos críticos e atuantes na sociedade em que vivem, utilizando para isso, os conhecimentos adquiridos (Trassi *et al.*, 2001; Osborne, 2007). Isso, a presente pesquisa não permite medir. Pode-se, no entanto, afirmar que a estratégia didática desenvolvida e aplicada foi capaz de proporcionar a motivação, que é um dos fatores primários para que ocorra a aprendizagem significativa (Ausubel *et al.*, 1980; Siqueira e Wechsler, 2006; Maieski, 2011).

Ainda com base nos dados referentes às avaliações diagnósticas aplicadas nas turmas de QGE e QO, é importante ressaltar que esse tipo de avaliação foi adotado não somente para verificar a evolução conceitual dos alunos, mas também foi utilizada como instrumento de base para identificar as ideias prévias dos mesmos. Essa ação é importante para se definir o nível conceitual dos alunos para que o professor possa estabelecer o grau de profundidade que o mesmo deve adotar inicialmente na abordagem dos conceitos a serem estudados. Isso favorece a aprendizagem, uma vez que o professor inicia os estudos a partir dos conhecimentos que os alunos já possuem (Mortimer, 1996; Sugahara *et al.*, 2001). Dessa forma, como foi observado um baixo desempenho na

avaliação diagnóstica aplicada nas turmas de QGE e QO, iniciaram-se as atividades da proposta de ensino adotando uma abordagem básica dos conceitos químicos estudados.

Além das avaliações diagnóstica, continuada e final, os alunos também responderam a um questionário autoavaliativo, o qual tinha como objetivo obter informações sobre a motivação dos alunos ao realizar as atividades propostas e identificar se a estratégia didática colaborou no sentido de tornar o estudante mais motivado no processo de ensino e aprendizagem.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das 5 primeiras questões relacionadas à motivação do aluno quanto ao uso do modelo molecular.

Questão 1: O uso de modelos moleculares melhora, significativamente, a minha motivação e empenho nas atividades de sala de aula.

Questão 2: O uso de modelos moleculares melhora a minha concentração nas atividades de sala de aula.

Questão 3: O uso de modelos moleculares facilita a minha aprendizagem.

Questão 4: Trabalhar com os modelos moleculares permite que a minha atenção nas aulas seja excelente.

Questão 5: Trabalhar com os modelos moleculares permite que a minha motivação nas aulas seja excelente.

Ao julgarem as afirmativas positivas sobre a influência do uso dos modelos moleculares concretos em sua motivação, atenção, concentração e facilidade de aprendizagem, nenhum aluno na turma de QGE discordou ou se mostrou sem opinião. Já na turma de QO, o mesmo foi observado para as questões 1, 2 e 3, sendo que 8 e 11% dos alunos discordaram parcialmente das afirmativas presentes nas questões 4 e 5, respectivamente. De acordo com a Tabela 1, o cálculo da CM para as questões de 1 a 5 resultou em valores próximos de 5 tanto para a turma de QGE quanto de QO. De maneira geral, esse fato demonstra que os alunos concordaram completamente ou parcialmente que o uso dos modelos moleculares concretos os tornaram mais motivados, atentos e concentrados, o que contribuiu de forma a facilitar sua aprendizagem.

Quanto aos alunos da turma de QO que discordaram parcialmente das afirmativas presentes nas questões 4 e 5, pode-se afirmar que eles concordam que a estratégia didática foi motivadora da concentração, atenção e aprendizagem, uma vez que eles não discordaram das afirmativas presentes nas questões 1, 2 e 3. Porém, com base nas respostas que os mesmos deram para as questões 4 e 5, não se pode afirmar que a estratégia didática foi suficiente para tornar esses alunos atentos e motivados de forma excelente. Esse fato pode ser visto com naturalidade, já que é possível que esses alunos não tenham tido grande afinidade pela estratégia didática em si ou mesmo não tinham aptidão para trabalhar com o perfil das atividades propostas na estratégia de ensino.

As respostas dos alunos para essas questões confirmam os resultados observados nas avaliações diagnóstica e continuada (dados apresentados na Figura 1). O fato dos alunos se sentirem mais motivados, atentos e concentrados ao realizarem as atividades propostas usando modelos moleculares, além de afirmarem que isso facilitou o entendimento dos conceitos químicos abordados, pode ser confirmado pelo avanço conceitual que os mesmos obtiveram após o desenvolvimento da estratégia didática. Essa evolução no entendimento dos conceitos foi observada com base nos dados obtidos por meio das avaliações diagnóstica e continuada.

Pela análise das videogravações foi possível perceber que houve uma grande interação entre os alunos, os quais demonstravam estar de fato motivados a estudar os conteúdos abordados. Essas observações feitas com base nas filmagens confirmam e validam os dados obtidos por meio do questionário autoavaliativo e sua relação com a evolução conceitual apresentada pelos alunos ao realizarem as avaliações diagnóstica e continuada.

Tal como afirma a literatura (Miranda, 2002; Sá, 2010), os dados obtidos nas questões de 1 a 5 confirmam que instrumentos didáticos com abordagem lúdica podem favorecer

Tabela 1: Médias percentuais e ponderadas das questões de 1 a 5 do questionário autoavaliativo respondido pelos alunos das turmas de QGE e QO

Turmas	Questão	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Sem opinião	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	CM
QGE	1	0%	0%	0%	26%	74%	4,74
	2	0%	4%	0%	48%	48%	4,41
	3	0%	0%	0%	15%	85%	4,85
	4	0%	0%	11%	48%	41%	4,30
	5	0%	0%	4%	55%	41%	4,37
QO	1	0%	0%	0%	27%	73%	4,73
	2	0%	0%	0%	43%	57%	4,57
	3	0%	0%	0%	22%	78%	4,78
	4	0%	8%	0%	57%	35%	4,19
	5	0%	11%	0%	43%	56%	4,24

a concentração e a motivação dos alunos, representando, assim, importantes ferramentas promotoras de uma aprendizagem significativa. Esse fato pode ser confirmado pelos dados apresentados na Figura 1, os quais apontam a evolução conceitual dos alunos.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das duas turmas referentes à questão de número 6. Essa questão está relacionada à contextualização do conteúdo realizada como parte das atividades desenvolvidas em sala de aula.

Questão 6: Conhecer a aplicação das substâncias químicas estudadas e a relação com o meu curso motiva a minha aprendizagem.

Ao serem questionados sobre a motivação causada pela aprendizagem da aplicabilidade das substâncias químicas e a relação delas com o curso de Engenharia de Pesca, não houve alunos que discordassem da afirmativa em questão. Porém, 4 e 5% dos estudantes de QGE e QO, respectivamente, se manifestaram sem opinião. Provavelmente, isso pode ter ocorrido pelo fato da estratégia de ensino não ter oferecido subsídio para que o aluno pudesse emitir sua opinião sobre a afirmativa proposta. Entretanto, ao verificar as imagens da videogravação e as observações do professor pesquisador, é possível identificar que tais alunos não estavam participando ativamente das atividades em sala de aula. Esse fato pode ter contribuído para que os mesmos não percebessem a relação da aplicação dos conceitos químicos estudados com as atribuições do curso de Engenharia de Pesca. Esses alunos que se demonstraram desinteressados pelas atividades e que se declararam sem opinião sobre a questão 6 estão entre aqueles que apresentaram um baixo rendimento na avaliação continuada, ou seja, se mantiveram abaixo do conceito D (Figura 1).

Embora na questão 6 alguns alunos não tenham emitido opinião, as CM calculadas para essa questão tanto para a turma de QGE e QO foram próximas de 5. Conforme pode ser visto na Tabela 2, os alunos que emitiram opinião, sendo um total de 96% (QGE) e 95% (QO), concordaram parcial ou totalmente com a afirmativa de que conhecer as substâncias químicas e saber de suas aplicações no cotidiano e em seu curso os proporciona maior motivação em aprender. A evolução conceitual observada a partir da análise das avaliações diagnóstica e continuada (Figura 1), juntamente com a declaração de mais de 90% dos alunos em ambas as turmas de que a contextualização do ensino favorece o seu aprendizado, estão de acordo com os trabalhos de Wartha e Faljoni-Alário (2005) e Santos (2007).

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das questões 7 e 8, as quais representam afirmativas de caráter negativo. Essas foram propostas com o intuito de verificar se os alunos iriam se contradizer em suas crenças e opiniões a respeito da proposta didática em si. Esse tipo de recurso é sugerido para minimizar os possíveis desvios que podem ocorrer nos resultados devido ao não comprometimento dos alunos ao responder o questionário. Dessa forma, questões com esse perfil permitem ao pesquisador identificar se houve alunos que preencheram o questionário sem ler atentamente, ou mesmo sem comprometimento (Siqueira e Wechsler, 2006; Guimarães *et al.*, 2010).

Questão 7: Não aprendo quando o professor utiliza os modelos moleculares concretos.

Questão 8: Sinto-me indiferente às atividades em sala de aula, mesmo quando da utilização de modelos moleculares.

Conforme pode ser observado na Tabela 3, as CM referentes à questão 7 foram 1,48 e 1,41, respectivamente, nas turmas de QGE e QO. Seguindo a mesma ordem das turmas, para a questão 8 foram encontradas CM equivalentes a 1,41 e 1,27, respectivamente. Os valores de CM próximos a 1 indicam que os alunos discordaram da afirmativa em questão. Logo, pode-se afirmar que os alunos foram coerentes com as respostas dadas às demais questões, uma vez que

Tabela 2: Médias percentuais e ponderadas da questão 6 do questionário autoavaliativo respondido pelos alunos das turmas de QGE e QO

Turmas	Questão	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Sem opinião	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	CM
QGE	6	0%	0%	4%	48%	48%	4,44
QO	6	0%	0%	5%	33%	62%	4,57

Tabela 3: Médias percentuais e ponderadas das questões 7 e 8 do questionário autoavaliativo respondido pelos alunos das turmas de QGE e QO

Turmas	Questão	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Sem opinião	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	CM
QGE	7	67%	26%	0%	7%	0%	1,48
	8	63%	33%	4%	0%	0%	1,41
QO	7	70%	24%	3%	0%	3%	1,41
	8	79%	16%	5%	0%	0%	1,27

discordaram de afirmativas de sentido negativo. A estratégia utilizada possibilita identificar que os alunos não responderam o questionário de forma indiscriminada, mas sim, com interesse e comprometimento.

Conforme pode ser visto nas questões 9 e 10 apresentadas a seguir, os estudantes deveriam avaliar a forma como eles se interessaram e se comprometeram na realização das atividades propostas nas estratégias didáticas. Os resultados dessas questões são apresentados na Tabela 4.

Questão 9: Senti-me totalmente interessado e comprometido com as atividades propostas.

Questão 10: Realizei as atividades propostas com muita atenção e motivação.

De acordo com a Tabela 4, em ambas as turmas, cerca de 95% dos alunos afirmaram que realizaram as atividades de forma atenta, com interesse, comprometimento e motivação. Isso fez com que as CM calculadas para as questões 9 e 10 respondidas pelas turmas de QGE e QO apresentassem um valor próximo de 5, o qual indica que os alunos estavam de acordo com as afirmativas propostas nessas questões. De todos os alunos que responderam a questão 9, apenas 3% da turma de QGE discordaram parcialmente, enquanto que na turma de QO, 3% discordaram parcialmente e 3% não emitiram opinião. O mesmo perfil foi observado para a questão 10. Por meio da filmagem, pode-se perceber que esses alunos de fato não se sentiram totalmente interessados pelas atividades, os quais se mostraram em alguns momentos apáticos, dispersos e com conversas paralelas.

O fato de a proposta didática envolver uma avaliação continuada pode ter contribuído no interesse e na motivação dos alunos e, consequentemente, no aprendizado dos mesmos, tal como observado por Esteban (2008) e Behrens (2010). Isso pode ser comprovado (*i*) pelos valores de CM observados nessas questões, os quais indicam que a maioria dos alunos concorda que as atividades os deixaram interessados, comprometidos, atentos e motivados; além da (*ii*) evolução conceitual alcançada pelos alunos com o envolvimento na estratégia didática. Segundo Maieski (2011), estratégias didáticas que envolvam atividades que despertam o interesse e a atenção dos alunos são fundamentais para o processo de ensino e aprendizagem.

O fato de a proposta didática envolver uma avaliação continuada pode ter contribuído no interesse e na motivação dos alunos e, consequentemente, no aprendizado dos mesmos, tal como observado por Esteban (2008) e Behrens (2010). Isso pode ser comprovado (*i*) pelos valores de CM observados nessas questões, os quais indicam que a maioria dos alunos concorda que as atividades os deixaram interessados, comprometidos, atentos e motivados; além da (*ii*) evolução conceitual alcançada pelos alunos com o envolvimento na estratégia didática. Segundo Maieski (2011), estratégias didáticas que envolvam atividades que despertam o interesse e a atenção dos alunos são fundamentais para o processo de ensino e aprendizagem.

Conforme pode ser visto ao longo da discussão dos resultados, a maioria dos alunos declarou que as estratégias didáticas promoveram motivação, maior interesse, maior atenção, comprometimento, dentre outros fatores que contribuem para o aprendizado efetivo. Esses fatos podem ser comprovados pela evolução conceitual alcançada por mais de 80% dos alunos na turma de QGE e mais de 70% dos alunos na turma de QO (Figura 1). Já os alunos que não conseguiram o desempenho esperado na avaliação continuada são também aqueles que não se sentiram motivados ao utilizar as estratégias didáticas aplicadas. Na turma de QGE, foram cerca de 20% dos estudantes que obtiveram um conceito igual ou inferior a D e, na turma de QO, esse percentual foi de aproximadamente 30% dos alunos.

Analisando minuciosamente as filmagens e as observações feitas pelo professor pesquisador, observa-se que na turma de QGE os alunos que não alcançaram 60% de rendimento são exatamente aqueles que não realizaram as atividades com devido comprometimento. Tais alunos executaram as tarefas propostas com muita conversa, brincadeira e, em alguns casos, copiaram as respostas dos demais colegas. Embora não se possa descartar a possibilidade de dificuldade de aprendizagem desses alunos, provavelmente, esse tipo de comportamento é a principal justificativa para o baixo rendimento apresentado pelos mesmos.

Na turma de QO, por sua vez, apesar do percentual de alunos que obtiveram um rendimento abaixo de 60% ser maior que na turma de QGE, por meio das videogravações, é

Tabela 4: Médias percentuais e ponderadas das questões de 9 e 10 do questionário autoavaliativo respondido pelos alunos das turmas de QGE e QO

Turmas	Questão	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Sem opinião	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	CM
QGE	9	0%	3%	0%	30%	67%	4,59
	10	0%	3%	0%	49%	48%	4,41
QO	9	0%	3%	3%	24%	70%	4,62
	10	0%	3%	3%	46%	48%	4,41

possível perceber que uma parte desses alunos se empenhou na realização das atividades propostas. Provavelmente, esses estudantes não se saíram melhor na avaliação continuada devido às dificuldades encontradas na realização das atividades, as quais envolviam conceitos químicos de maior complexidade. Entretanto, da mesma forma como na turma de QGE, na turma de QO também houve aqueles alunos cujo rendimento foi afetado pelo comportamento inadequado adotado durante a execução das atividades propostas. Dentre as dificuldades apresentadas pelos alunos de QO, destacam-se o entendimento dos conceitos relacionados à estereoquímica, como, por exemplo, a dificuldade de identificar e visualizar as diferenças entre compostos muito semelhantes, como é o caso dos isômeros geométricos e ópticos.

Na Figura 1 pode-se identificar que cerca de 80% dos alunos da turma de QGE e 70% dos alunos da turma de QO alcançaram um ganho conceitual significativo ao comparar seu rendimento final com a avaliação diagnóstica. De acordo com Trassi *et al.* (2001) e Osborne (2007), não se pode dizer que realmente houve aprendizagem efetiva, pois isso somente pode ser confirmado quando se percebe que o aluno passa a usar seus conhecimentos adquiridos para atuar como um cidadão mais crítico e consciente na sociedade em que vive. Porém, conforme foi comprovado pelas videogravações, pode-se afirmar que a estratégia didática proposta no presente trabalho foi capaz de promover motivação no aluno, o que consiste em uma das bases sólidas para que ocorra a aprendizagem (Siqueira e Wechsler, 2006).

Um fator que pode indicar que as estratégias didáticas propostas promoveram a aprendizagem significativa foi registrado pelo professor pesquisador, o qual observou que os alunos que estudaram por meio das propostas de ensino estavam tendo maior facilidade na disciplina de bioquímica, cujas disciplinas de química são pré-requisitos. De acordo com as observações do professor pesquisador, as turmas de períodos anteriores à aplicação das propostas didáticas tiveram muita dificuldade em cursar tal disciplina e, como consequência, apresentaram um maior índice de reprovação. Dessa forma, é possível inferir que as propostas didáticas contribuíram para uma evolução conceitual dos alunos e proporcionaram uma aprendizagem significativa, visto que os estudantes estavam conseguindo utilizar o conhecimento adquirido nas disciplinas de química em outra disciplina do curso.

Considerações Finais

Com o intuito de validar o estudo da motivação por meio da aplicação de estratégias didáticas acompanhadas do uso de modelo molecular, a utilização do diário de observações adotado pelo professor pesquisador e, principalmente, a realização das videogravações, foram fundamentais para confirmar os principais dados obtidos na presente pesquisa, bem como identificar possíveis incoerências entre os outros instrumentos utilizados (questionário autoavaliativo e avaliações diagnóstica e continuada). As videogravações se mostraram muito úteis para apontar que, de maneira geral, os outros métodos de coleta de dados forneceram resultados confiáveis para os propósitos em que foram aplicados.

O uso dos modelos moleculares nas estratégias de ensino que foram propostas no presente trabalho se mostrou como um importante instrumento promotor da motivação dos alunos, uma vez que permitiu aumentar o nível de atenção e interação com o professor e colegas da turma. Tais características são evidenciadas por Siqueira e Wechsler (2006) e Maieski (2011) como fundamentais no processo de ensino e aprendizagem. Assim, pode-se afirmar que essa estratégia de caráter lúdico se mostrou uma importante ferramenta facilitadora na compreensão dos conceitos de geometria molecular, propriedades físicas dos materiais, funções orgânicas e estereoquímica, os quais foram alvo de estudo das propostas didáticas da presente pesquisa.

A evolução conceitual para a maioria dos alunos de ambas as turmas foi evidenciada a partir do diário de observação do professor e das avaliações diagnóstica e continuada. Foi possível observar, pelos resultados apresentados nas avaliações, que, de fato, as estratégias didáticas desenvolvidas facilitaram o aprendizado dos alunos, visto que, antes da aplicação das atividades propostas, tanto em QGE quanto em QO, os alunos tinham poucos conhecimentos prévios acerca dos conteúdos químicos a serem estudados (rendimentos inferior a 50%) e após o desenvolvimento das estratégias didáticas, mais da metade das turmas obtiveram um rendimento superior a 60%. Vale destacar que a aprendizagem efetiva e duradoura é caracterizada quando o aluno utiliza o conhecimento adquirido na resolução de problemas que extrapolam a sala de aula e, neste sentido, por meio do diário de observação do professor foi possível constatar que os alunos submetidos às estratégias didáticas tiveram mais facilidade na aprendizagem dos conceitos de bioquímica abordados em uma disciplina subsequente, quando comparados com alunos de períodos anteriores.

Por meio do questionário autoavaliativo foi possível confirmar que as atividades propostas promoveram a motivação e favoreceram a aprendizagem. Embora haja riscos em utilizar a opinião dos alunos em questionários deste tipo, foram utilizados recursos para aumentar a confiabilidade do método. A escala Likert favoreceu a minimização de possíveis distorções que poderiam ser observadas caso os alunos tivessem de se expressar de forma escrita e apresentassem dificuldades para isso. Nesse mesmo sentido, as perguntas inversas também foram importantes, uma vez que foi observado que os alunos estavam de fato comprometidos em responder o questionário, já que o fizeram com atenção sem se contradizerem com suas respostas dadas às demais questões. Essas observações advindas dessas questões inversas foram importantes para dar maior precisão e confiabilidade aos resultados obtidos no presente trabalho.

A contextualização dos conteúdos nas estratégias didáticas também foi evidenciada pelos estudantes no questionário autoavaliativo como importante para motivar o processo de ensino e aprendizagem. Corroborando com a literatura (Wartha e Faljoni-Alário, 2005; Santos, 2007), no presente trabalho foi

possível observar que, uma vez que os estudantes conseguem estabelecer uma relação da aplicabilidade dos conteúdos estudados com sua futura área de atuação profissional, esses se sentem mais interessados e motivados a aprender.

Conforme demonstrado pelo presente trabalho, comprovou-se também que apenas a análise da opinião e a nota dos alunos nem sempre é suficiente ou coerente para se investigar a relação da motivação com o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, havendo a necessidade da validação das informações obtidas, o uso do diário e das videogravações foi bastante decisivo. O diário de observações, por fornecer as informações sobre a ótica do professor, e as filmagens, por registrar todos os acontecimentos ocorridos durante as atividades e, ainda, por permitir que sua análise fosse feita de forma minuciosa e quantas vezes fossem necessárias.

Por meio dessa metodologia, pôde-se constatar que todos os alunos que foram motivados ao realizar as estratégias didáticas conseguiram de fato evoluir conceitualmente. Alguns dos estudantes da turma de QO tiveram dificuldades devido ao grau de complexidade dos conteúdos específicos da disciplina e, por isso, não alcançaram a evolução conceitual esperada. Segundo as observações do professor pesquisador, nas turmas em que as estratégias didáticas foram aplicadas, os resultados obtidos foram bem melhores do que os apresentados por turmas de períodos anteriores à aplicação da proposta. Embora sejam turmas diferentes e, por esta razão, não se pode afirmar com total certeza o grau de intervenção do método, entretanto, sugere-se fortemente que o uso das estratégias didáticas e dos modelos moleculares foram instrumentos motivadores que contribuíram para os resultados favoráveis à aprendizagem.

Finalmente, conclui-se que a metodologia proposta se mostrou eficiente para estudar e validar os dados obtidos sobre o desempenho do aluno na realização de atividades que apresentam o caráter lúdico como instrumento de motivação. A proposta desenvolvida é inovadora, uma vez que a literatura da área carece de métodos que permitam a verificação e a convalidação dos resultados obtidos no estudo da motivação dos alunos em sala de aula.

Paulo Henrique Fabri (paulohenrique.fabri@yahoo.com.br) é mestre em Ciências Naturais, na área de Ensino de Ciências, pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), especialista em Química pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), licenciado e bacharel em Química, com habilitação em Química Industrial, pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) – Campus Alegre. Alegre, ES – BR. **Rosana Aparecida Giacomini** (rosanagiacomini@gmail.com) possui graduação em Química (1990) e em Farmácia (1995) pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), mestrado (1998) e doutorado (2002) em Química pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Atualmente é professora da UENF. Campos dos Goytacazes, RJ – BR.

Referências

ABRAHAM, M.; VARGHESE, V. e TANG, H. Using molecular representations to aid student understanding of stereochemical concepts. *Journal of Chemical Education*, v. 87, n. 12, p. 1425-1429, 2010.

AL-BALUSHI, S. M. e AL-HAJRIB, S. H. Associating animations with concrete models to enhance students' comprehension of different visual representations in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 15, p. 47-58, 2014.

ALCARÁ, A. R. e GUIMARÃES, S. E. R. A instrumentalidade como uma estratégia motivacional. *Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE)*, v. 11, n. 1, p. 177-178, 2007.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Trad. sob a direção de E. Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BEHRENS, M. A. *O paradigma emergente e a prática pedagógica*. 4ª ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

BERGER, J. L. e KARABENICK, S. A. Motivation and students' use of learning strategies: evidence of unidirectional effects in mathematics classrooms. *Learning and Instruction*, v. 21, p. 416-428, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

BZUNECK, J. A. A motivação do aluno: aspectos introdutórios. In: BORUCHOVITCH, E. e BZUNECK, J. A. (Orgs.). *A motivação do aluno*: contribuições da psicologia contemporânea. Petrópolis: Vozes, p. 9-36, 2009.

_____ e GUIMARÃES, S. E. R. A promoção da autonomia como estratégia motivacional na escola: uma análise teoria e empírica. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. e GUIMARÃES, S. E. R. (Orgs.). *Motivação para aprender*: aplicações no contexto educativo. Petrópolis: Vozes, p. 43-70, 2010.

CARDOSO, S. P. e COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 401-404, 2000.

CARNEIRO, F. J. C.; RANGEL, J. H. G. e LIMA, J. M. R. Construção de modelos moleculares para o ensino de química utilizando a fibra de Buriti. *Revista ACTA Tecnológica*, v. 6, n. 1, p. 17-26, 2011.

CHIU, L. H. Development and validation of the school achievement motivation rating scale. *Educational and Psychological Measurement*, v. 57, n. 2, p. 292-305, 1997.

CLEMENT, J. Analysis of clinical interviews: foundations and model viability. In: KELLY, A. E. e LASH, R. (Eds.). *Handbook of research data design in mathematics and science education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum, p. 547-589, 2000.

ESTEBAN, M. T. *Avaliação*: uma prática em busca de novos sentidos. 6ª ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2008.

FRANCOEUR, E. Beyond dematerialization and inscription: does the materiality of molecular models really matter? *International Journal for Philosophy of Chemistry*, v. 6, p. 63-84, 2000.

FRASER, B. J. Classroom environment instruments: development, validity and applications. *Learning Environments Research*, v. 1, p. 7-33, 1998.

GARCEZ, A.; DUARTE, R. e EISENBERG, Z. Produção e análise de videogravações em pesquisas qualitativas. *Educação e Pesquisa*, v. 37, n. 2, p. 249-262, 2011.

GHAFFARI, S. A laboratory experiment using molecular models for an introductory chemistry class. *Journal of Chemical Education*, v. 83, n. 8, p. 1182-1184, 2006.

GUIMARÃES, S. E. R.; BZUNECK, J. A. e BORUCHOVITCH, E. Instrumentos brasileiros de avaliação da motivação no contexto escolar: contribuições para pesquisa, diagnóstico e intervenção. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. e GUIMARÃES, S. E. R. (Orgs.). *Motivação para aprender*: aplicações no contexto educativo. Petrópolis: Vozes, p. 71-96, 2010.

_____; _____ e SANCHES, S. F. Psicologia educacional nos cursos de licenciatura: a motivação dos estudantes. *Psicologia Escolar e Educacional*, v. 6, n. 1, p. 11-19, 2002.

HAGEMAN, J. H. Use of molecular models for active learning in biochemistry lecture courses. *Journal of Chemical Education*, v. 87, n. 8, p. 291-293, 2010.

JUSTI, R. e MENDONÇA, P. C. C. Usando analogias com função criativa: uma nova estratégia para o ensino de química. *Educación Química*, n. 1, p. 24-29, 2008.

MACEDO, L.; PASSOS, N. C. e PETTY, A. L. S. *Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

MAIESKI, S. *Motivação de alunos dos anos iniciais do ensino fundamental*: um estudo com alunos Brasileiros e Chilenos. Dissertação (Mestrado em Educação). Centro de Educação, Comunicação e Artes, Departamento de Educação, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

MARTIN, L. C. *The nature of the folding back phenomenon within the Pirie-Kieren theory for the growth of mathematical understanding and the associated implications for teachers and learners of mathematics*. Tese (Doutorado). Universidade de Oxford, Oxford, 1999.

MATEUS, A. L. e MOREIRA, M. G. *Construindo com PET*: como ensinar truques novos com garrafas velhas. São Paulo: Livraria da Física, p. 67-78, 2007.

MIGLIATO FILHO, J. R. *Utilização de modelos moleculares no ensino de estequiometria para alunos do ensino médio*. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

MIRANDA, S. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Linhas Críticas*, v. 8, n. 14, p. 21-34, 2002.

MORAIS, V. C. S. e SANTOS, A. B. Implicações do uso de atividades experimentais no ensino de biologia na escola pública. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 1, p. 166-181, 2016.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

NEVES, E. R. C. e BORUCHOVITCH, E. Escala de avaliação da motivação para aprender de alunos do ensino fundamental (EMA). *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 20, n. 3, p. 406-413, 2007.

OSBORNE, J. Science education for the twenty first century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, v. 3, n. 3, p. 173-184, 2007.

PERASSINOTO, M. G. M.; BORUCHOVITCH, E. e BZUNECK, J. A. Estratégias de aprendizagem e motivação para aprender de alunos do ensino fundamental. *Avaliação Psicológica*, v. 12, n. 3, p. 351-359, 2013.

PESSOA, W. R. e ALVES, J. M. Motivação para estudar química: configurações subjetivas de uma estudante do segundo ano do ensino médio. *Interacções*, n. 39, p. 589-601, 2015.

ROCHA, J. R. C. e CAVICCHIOLI, A. Uma abordagem alternativa para aprendizagem dos conceitos de átomo, molécula, elemento químico, substância simples e substância composta nos ensinos fundamental e médio. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 29-33, 2005.

SÁ, I. P. *A magia da matemática*: atividades investigativas, curiosidades e histórias da matemática. 3ª ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2010.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D. e LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). *Scientia Plena*, v. 9, n. 7, p. 1-6, 2013.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, p. 1-12, 2007.

SCHUNK, D. H.; MEECE, J. L. e PINTRICH, P. R. *Motivation in education*: theory, research and applications. 4th ed. Upper Saddle River: Pearson, 2013.

SEVERO, I. R. M. e KASSEBOEHMER, A. C. Motivação dos alunos: reflexões sobre o perfil motivacional e a percepção dos professores. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 1, p. 75-82, 2017.

SILVA, A. M. e SILVA, T. R. M. O ensino de química na visão dos alunos do ensino médio. In: *Resumos do 48º Congresso Brasileiro de Química*. Rio de Janeiro, RJ, 2008.

SIODŁAK, D. Building molecular models using screw-on bottle caps. *Journal of Chemical Education*, v. 90, p. 1247-1249, 2013.

SIQUEIRA, L. G. G. e WECHSLER, S. M. Motivação para a aprendizagem escolar: possibilidade de medida. *Avaliação Psicológica*, v. 5, n. 1, p. 21-31, 2006.

SUGAHARA, N. N. G; COMPIANI, M. e NEWERLA, V. Ideias prévias: um ponto de partida no ensino de ciclo hidrológico em aulas de Ciências. *Ciências & Ensino*, n. 10, p. 3-8, 2001.

TRASSI, R. C. M.; CASTELLANI, A. M.; GONÇALVES, J. E. e TOLEDO, E. A. Tabela periódica interativa: "um estímulo à compreensão". *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 6, p. 1335-1339, 2001.

WARTHA, E. J. e FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de química através do livro didático. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 42-27, 2005.

WEINSTEIN, C. E.; ACEE, T. W. e JUNG, J. Self regulation and learning strategies. *New Directions for Teaching and Learning*, n. 126, p. 45-53, 2011.

Abstract: *Assessment of Student Motivation in the Teaching and Learning Process Promoted by Using Molecular Models, Validated with Audio and Video Recording.* This work sought to construct a methodology to validate the study of the relation between the student's motivation to the teaching and learning process when related to ludic activities realization as a motivation instrument. In order to investigate the influence of strategies in learning, the following instruments were used: diagnostic and continuous evaluations, self-assessment questionnaire (Likert scale), register in the observation notebook and video recordings. The research was carried out with students of the Fisheries Engineering course in the General Chemistry and Organic Chemistry disciplines. Through the diagnostic and continuous evaluations, it was observed that the students of both classes had a great conceptual evolution. By the analysis of the self-assessment questionnaires, it was noticed that all students declared themselves more motivated to study. By the end, these data were validated using the aid of audio and video recordings and the registers presented in the researcher's observations notebook.
Keywords: student motivation, concrete molecular models, video recording