

COLÉGIO PEDRO II

Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química

RAYANA MARTINS PERES

**STOP MOTION: COMO O USO DE VÍDEOS PODEM
AUXILIAR NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA PARA
ALUNOS COM TDAH**

Rio de Janeiro
2022



RAYANA MARTINS PERES

**STOP MOTION: COMO O USO DE VÍDEOS PODEM AUXILIAR NO ENSINO
DE QUÍMICA ORGÂNICA PARA ALUNOS COM TDAH**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Química.

Orientador: Professor Raphael Neves Leonardo, M.e em Ciência.

Rio de Janeiro

2022

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

P437 Peres, Rayana Martins

Stop Motion: Como o uso de vídeos pode auxiliar no ensino de Química Orgânica para alunos com TDAH/ Rayana Martins Peres. - Rio de Janeiro, 2022.

50 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Química) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Raphael Neves Leonardo.

1. Química – Estudo e ensino. 2. Ensino Inclusivo. 3. Stop Motion.
4. Reações orgânicas. I. Leonardo, Raphael Neves. II. Colégio Pedro II.
III. Título.

CDD 540

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB-7: 5692.

RAYANA MARTINS PERES

**STOP MOTION: COMO O USO DE VÍDEOS PODEM AUXILIAR NO ENSINO DE
QUÍMICA ORGÂNICA PARA ALUNOS COM TDAH**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Química.

Aprovada em: 26/08/2022.

Mestre Raphael Neves Leonardo (Orientador)
Colégio Pedro II

Doutor Alexandre da Silva Antunes
Colégio Pedro II

Mestre Allan Rangel Campos
Colégio Pedro II

A todos os Químicos, que seguem estudando incessantemente

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e ao universo por me conduzirem até este momento.

Agradeço aos meus pais, por me apoiarem desde sempre. Desde o dia que eu decidi cursar química, eles estiveram ao meu lado, sempre me incentivando.

Agradeço ao meu orientador, por dedicar algumas horas de sua vida a mim e ao meu trabalho.

Agradeço ao programa de Pós-graduação em Química, por todo suporte.

Disciplina é liberdade

RESUMO

PERES, Rayana Martins. **Stop Motion: Como o uso de vídeos pode auxiliar no ensino de Química Orgânica para alunos com TDAH.** 2022. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Química) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2022.

Estudantes diagnosticados com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) possuem dificuldade de concentração por longos períodos. Este grupo está predisposto a sofrer transtornos academicamente debilitantes, como ansiedade e sonolência diurna. Este trabalho, portanto, foi produzido com o intuito de atender alunos com TDAH, especificamente em turmas de Química. Para tal, foram produzidos vídeos do tipo Stop Motion relativos ao tópico Reações de substituição nucleofílica, pertencente à disciplina de Química Orgânica. Espera-se que com estes vídeos os estudantes com TDAH possam colaborar positivamente em suas atividades pedagógicas com aumento de seus níveis de segurança e diminuição dos níveis de ansiedade no estudo da química.

Palavras-chave: Ensino inclusivo; TDAH; Stop Motion; Reações orgânicas.

ABSTRACT

PERES, Rayana Martins. **Stop Motion: Como o uso de vídeos pode auxiliar no ensino de Química Orgânica para alunos com TDAH.** 2022. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Química) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2022.

Students diagnosed with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) have difficulty concentrating for extended periods. This group is predisposed to suffer from academically debilitating disorders such as anxiety and daytime sleepiness. This work, therefore, was produced with the aim of assisting students with ADHD, specifically in Chemistry classes. To this end, Stop Motion videos were produced on the topic Nucleophilic substitution reactions, belonging to the discipline of Organic Chemistry. It is hoped that with these videos, students with ADHD can improve their performance in the classroom, in addition to increasing their confidence levels and decreasing anxiety levels around the study of chemistry.

Keywords: Inclusive education; ADHD; Stop Motion; Organic reactions.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Cenário utilizado para a produção dos vídeos Stop Motion	28
Figura 2: Modelo Molecular utilizado na elaboração dos vídeos.....	29
Figura 3: Página inicial do aplicativo Studio Stop Motion	29
Figura 4: Obtenção do propan-2-ol a partir do 2-cloropropano	30
Figura 5: Obtenção do cloreto de terc-butila a partir do iodeto de terc-butila	30
Figura 6: Ferramenta utilizada para sobrepor a última foto tirada e a cena atual.....	31
Figura 7: Exemplo de reação de substituição nucleofílica unimolecular	33
Figura 8: Formação do carbocátion	34
Figura 9: Ataque nucleofílico e obtenção do produto	34
Figura 10: Frame relativo ao reagente iodeto de terc-butila.....	36
Figura 11: Frame relativo à quebra da ligação C-I no reagente iodeto de terc-butila	37
Figura 12: Frame relativo ao carbocátion terc-butila	38
Figura 13: Frame relativo ao início da formação da ligação do íon cloreto ao carbocátion	39
Figura 14: Frame relativo ao produto cloreto de terc-butila.....	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	14
3	JUSTIFICATIVA.....	15
4	PRESSUPOSTOS TEÓRICOS.....	17
4.1	Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH).....	17
4.2	Tecnologias educacionais para salas de aulas inclusivas.....	19
4.3	A importância do uso de vídeos.....	20
4.3.1	STOP MOTION.....	22
4.4	Ensino de Química Orgânica.....	23
4.5	Teoria dos signos.....	25
5	PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS.....	27
6	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	33
6.1	Plano de aula.....	43
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
8	REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia tem sido utilizada em sala de aula desde o século XIX. Inicialmente, dispositivos como o retroprojetor foram considerados avanços significativos a tecnologias mais tradicionais, como o quadro-negro e o lápis. (“A história da Tecnologia na Educação”, [s.d.]) Mais recentemente, os rápidos avanços tecnológicos revolucionaram a maneira como a tecnologia é implementada para permitir o aprendizado. A natureza onipresente da tecnologia em nossas vidas facilita o acesso rápido às informações e permite que abordagens alternativas para um ensino aprimorado sejam adotadas durante os tempos de contato síncrono e assíncrono da turma.

Uma contribuição de extrema relevância das tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem, especialmente na educação científica, é que elas são capazes de criar ambientes educacionais digitais significativos que, por sua vez, contribuem para a criação de modelos mentais e fornecem incentivos para o envolvimento do aluno. A abordagem predominante para o uso pedagógico das tecnologias digitais, independentemente da tecnologia utilizada, é a das ferramentas cognitivas, com base nas teorias construtivistas do conhecimento. (ARÔSO MENDES BARBOSA, 2012; SANTOS, 2018) A aprendizagem construtivista é baseada no uso do conhecimento e experiências anteriores dos alunos para formular conceitos novos, relacionados e/ou adaptativos na aprendizagem. O papel do professor, portanto, passa a ser o de um facilitador, orientando para que os alunos possam construir novos conhecimentos. (BARBOSA, 2022)

Em linhas gerais, a introdução de tecnologias é uma oportunidade para repensar as práticas de ensino e aprendizagem, sendo necessário refletir de forma crítica no que diz respeito ao papel das tecnologias digitais com propósitos educacionais, principalmente em se tratando de ensino inclusivo e superação de barreiras. (MARIA; PESSOA, 2018) As tecnologias se desenvolveram e seu potencial para promover e facilitar a aprendizagem inclusiva e a igualdade educacional foi percebido, e tais recursos vêm sendo utilizados. (BATISTA, 2020) Neste aspecto, junto a um planejamento adequado e eficiente, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) atuam no processo de inclusão de alunos com limitações, já que tais tecnologias podem romper as barreiras que tais alunos usualmente enfrentam.

Alunos com limitações educacionais devem ser tratados em igualdade com os demais alunos. Para tal, estes estudantes devem ser incluídos no processo educacional

comum, tendo todos as ferramentas necessárias disponíveis para que o processo de ensino/ aprendizagem seja eficiente. Uma sala de aula inclusiva envolve mudanças na maneira como a disciplina é ministrada, de modo a facilitar o entendimento de todos os alunos presentes, sejam eles estudantes com limitações ou não. Neste aspecto, faz-se necessário facilitar os interesses de todos os estudantes, com consequente aumento de sua capacidade de vida independente, garantindo seus direitos iguais. A educação inclusiva, portanto, pode ser vista como um processo de remoção de barreiras à participação. Em outras palavras, é preciso identificar o que exclui indivíduos ou grupos de indivíduos da escolarização e, em seguida, garantir que essas barreiras sejam eliminadas. Tal entendimento reconhece as diferenças, ao mesmo tempo em que promove o acesso à educação de alta qualidade para todos os alunos. (BATISTA, 2020)

As TICs podem, portanto, ser particularmente eficientes para alunos com necessidades especiais, vulneráveis à exclusão digital e à exclusão de algumas oportunidades educacionais. É importante frisar que as TICs podem ser ferramentas bastante atrativas, independentemente do tipo de limitação que o aluno possui. Elas podem ser amplamente utilizadas, já que diversas são as ferramentas passíveis de serem utilizadas. (BATISTA, 2020)

Dentre as vantagens relacionadas com o uso de tecnologias, podemos citar o acesso aberto e flexível aos materiais do curso, melhores interações entre alunos, professores/formadores e motivação dos alunos, levando em consideração diferentes estilos de aprendizagem por ambientes de aprendizagem personalizados. (BATISTA, 2020)

Com base nestas vantagens, torna-se de extrema relevância o desenvolvimento de trabalhos que visam a produção de materiais alternativos baseados nas TICs, a fim de promover uma sala de aula inclusiva. Principalmente em se tratando de alunos que possuem Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade, que por não ser vista como uma deficiência de aprendizagem, recebe menor enfoque. Os desafios aumentam quando o tópico é ensino de Ciências, especificamente, ensino de Química.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é propor o desenvolvimento de materiais alternativos tendo como base a técnica de Stop Motion, de modo que tais materiais possam ser utilizados nas aulas de Química Orgânica, mais especificamente, no ensino de Reações de Substituição, como metodologia alternativa para auxiliar alunos do ensino médio identificados com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade.

3 JUSTIFICATIVA

Muito se fala sobre ambientes inclusivos e salas de aula inclusivas. Mas para que um professor seja capaz de criar e/ ou desenvolver um ambiente de aprendizagem inclusivo, é preciso conhecer as necessidades específicas associadas a cada tipo de limitação. A cobrança recai, portanto, sobre o professor, que deve ser capaz de desenvolver aulas e materiais didáticos que suprirão demandas específicas de alunos que possuem necessidades especiais. Espera-se, portanto, que os professores possam ter acesso, no próprio curso de licenciatura, a uma formação que o torne apto para atuar em turmas que tenham alunos que demandem um ensino inclusivo. Sabemos, porém, que nem todos os professores tiveram acesso a este tipo de informação em seus cursos de licenciatura. (GABRIELA; PEREIRA, 2018; SILVA; COMARÚ, 2017)

No que diz respeito, especificamente, ao ensino para alunos que possuam Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), as barreiras possivelmente serão maiores, já que a lei que assegura o acesso a recursos didáticos demandados por estes alunos foi aprovada apenas em 2010. (LEME; MARIA; COUTO, 2019) É improvável, portanto, que todos os cursos de licenciatura tenham reformulado suas ementas a fim de criar disciplinas que apresentem as especificidades inerentes a alunos com TDAH.

Neste aspecto, desenvolver trabalhos e materiais que direcionem o foco para alunos com TDAH é de extrema relevância, já que os professores carecem deste tipo de dado.

Em se tratando do ensino de Química, sabe-se que a disciplina de Química Orgânica é sempre vista como uma disciplina complexa e abstrata, principalmente porque demanda visão espacial e diferentes perspectivas em 3D, além de não ser comumente associada ao cotidiano do aluno. A situação se torna muito mais complexa quando os alunos iniciam o estudo das reações orgânicas. Grande parte da dificuldade está associada a não visualização da molécula como sendo um objeto tridimensional, (FLEMING, 2013) e ao não entendimento de como pode ocorrer o possível mecanismo reacional. Certamente se pudessemos realizar algumas reações em um Laboratório de Química durante o ensino de reações orgânicas, o processo de ensino/ aprendizagem se tornaria muito mais significativo. Como grande parte dos colégios não possuem um Laboratório, ou existem outras questões que impeçam a realização de experimentos, é preciso trabalhar com metodologias alternativas.

As questões associadas a complexidade inerente a Química Orgânica se tornam ainda mais críticas quando estamos lidando com alunos que possuem TDAH. Alunos que possuem tais características são comumente desatentos, agitados e impulsivos. (MAIA; CONFORTIN, 2015) Manter sua atenção em temas abstratos, como reações orgânicas, é um desafio à parte, e demanda, obviamente, o desenvolvimento de atividades que sejam mais atrativas, incluindo jogos e outras atividades lúdicas . (MALLMANN, 2012) Portanto, para facilitar a visualização destas reações, podemos utilizar vídeos e outras ferramentas visuais, de modo que o aluno possa acompanhar todo o processo, desde o ataque inicial até a formação do produto, pois desta forma o processo fica elucidado de forma mais clara e visual, podendo até mesmo despertar o interesse do aluno frente a outras reações. (BURGESS, 2016) Além disso, alunos com TDAH podem se mostrar mais interessados e serem capazes de manter o foco em um tema que, de modo geral, é visto como complexo, já que o estímulo visual pode facilitar na construção e entendimento do tema. (BURGESS, 2016)

4 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

4.1 Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH)

O transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) é uma condição médica que possui correlação com o desenvolvimento e a atividade do cérebro de um ser humano. O TDAH afeta significativamente a capacidade de atenção de uma pessoa e sua capacidade de executar tarefas e, portanto, impacta fortemente os comportamentos da vida diária e o sucesso educacional. (MAIA; CONFORTIN, 2015) É um dos transtornos mais comuns entre crianças e adolescentes com idades entre 3-17, com uma prevalência mundial de aproximadamente 5%. TDAH tem como principais características a desatenção, hiperatividade/ impulsividade ou ambos e, portanto, pode-se apresentar de três maneiras distintas:

1. Predominantemente desatento;
2. Predominantemente hiperativo/ impulsivo; e
3. Mistura entre desatento e hiperativo/ impulsivo. (SONNE et al., 2016)

Assim, aproximadamente 66% das crianças que são diagnosticadas com TDAH necessitam de medicação diária para ajudar a controlar os sintomas do transtorno. Grande parte dos medicamentos consumidos são baseados em estimulantes, já que eles são capazes de regular importantes neurotransmissores, muitas vezes escassos em pessoas com TDAH. (ALABDULAKAREEM; JAMJOOM, 2020)

Os alunos com TDAH têm um transtorno crônico de longo prazo e experimentam sintomas de desatenção e impulsividade em todos os ambientes, embora seus sintomas possam ser mais aparentes nas escolas, já que o tipo de estrutura e as expectativas criadas dentro desse ambiente favorecem essa maior percepção. Ou seja, embora os sintomas de uma pessoa com TDAH sejam considerados persistentes em vários contextos, eles podem ser agravados em alguns locais. A sala de aula da escola, por exemplo, foi identificada como um cenário primário para a expressão de comportamentos mais conturbados no TDAH. (IMERAJ et al., 2013) Desta forma, mesmo que o TDAH, segundo a Lei Brasileira da Inclusão da Pessoa com Deficiência, não seja considerado uma deficiência de aprendizagem, (DA; CEDRAN, 2020) seria injusto desconsiderar os efeitos do TDAH na aprendizagem, pois todo o processo se torna mais desafiador para os alunos diagnosticados com este transtorno.

Para alunos com TDAH, o ambiente escolar apresenta inúmeros desafios. Tarefas consideradas comumente simples, como por exemplo direcionar a atenção a algo ou até mesmo sentar-se em uma mesa, habilidades frequentemente ligadas ao sucesso acadêmico, são tarefas quase impossíveis. Ouvir e seguir instruções, lembrar e reter informações e finalizar tarefas são experiências extremamente complexas, pois suas mentes vagam e eles se distraem com as tentativas de absorver tudo que está acontecendo ao redor. Como consequência, estes alunos absorvem apenas uma fração das informações fornecidas durante a instrução. (HART BARNETT, 2017)

Desta forma, além de se perderem durante as aulas, os alunos com TDAH ficam facilmente entediados quando a aula não lhes parece interessante, ou se sentem até mesmo sobrecarregados quando o conteúdo se torna mais complexo. (BUSTAMANTE; SCANLON; CHINI, 2017) Logo, o fornecimento de recursos em vários formatos, como por exemplo, vídeos elucidativos, permite que os alunos tenham acesso ao material da aula quantas vezes forem necessárias, proporcionando aos alunos opções de quando e como se envolver com o conteúdo sob estudo, até mesmo fora da sala de aula. Disponíveis alternativas se faz extremamente válido e importante, visto que os diferentes meios de estudo permitem que tais alunos sejam capazes de manter o foco por um maior período, além de fornecer um material, para que, caso seja necessário, eles possam retomar ao conteúdo por conta própria. (BUSTAMANTE; SCANLON; CHINI, 2017)

Levando em conta a real necessidade de desenvolver recursos didáticos que facilitem o processo de ensino/ aprendizagem de alunos com TDAH, o Congresso brasileiro aprovou a Lei 7081/2010, que afirma que “as escolas de educação básica devem assegurar às crianças com TDAH o acesso a recursos didáticos adequados ao desenvolvimento de sua aprendizagem”. (LEME; MARIA; COUTO, 2019) Apesar destes estímulos, ainda são poucos os trabalhos que focam no desenvolvimento de materiais direcionados para alunos com TDAH, principalmente no que tange ao ensino de Ciências.

No que tange ao ensino de Química, grande parte dos trabalhos são focados no desenvolvimento de jogos (DA; CEDRAN, 2020), já que esta é uma ferramenta bastante atrativa para alunos com TDAH, pois direcionam a atenção dos alunos para um objetivo específico, além de fornecerem um retorno instantâneo, associada a uma recompensa momentânea e motivacional inerente aos jogos. (ARAÚJO; CAMPOS; MARTINS, 2019) Porém o desenvolvimento de materiais direcionados aos alunos com deficiências intelectuais específicas não devem ser restritos aos jogos, e é nesse ponto que as muitas possibilidades associadas ao uso de tecnologias educacionais deve ser aproveitadas.

4.2 Tecnologias educacionais para salas de aulas inclusivas

A inclusão ou integração é uma parte extremamente importante quando o assunto é igualdade de oportunidades na educação. As demandas por educação inclusiva aumentaram e promoveram grandes mudanças na escolaridade e na educação. De modo geral, alunos que possuem limitações são educados junto com colegas que não as possuem. Como consequência, existe a necessidade de as escolas regulares se adaptarem para acomodar um grupo diversificado de alunos com uma variedade de necessidades. Abordagens para a inclusão de crianças e jovens nas salas de aula regulares e a identificação e reconhecimento de necessidades educacionais especiais são parte integrante do trabalho escolar diário. É um desafio constante para os professores e profissionais da educação trabalhar o bem-estar e focar no desenvolvimento e aprendizagem de uma população estudantil diversa. Como forma de solucionar alguns destes desafios, a tecnologia educacional e as tecnologias de comunicação da informação desempenham um papel importante na criação de um ambiente de aprendizagem eficaz e adaptável, especialmente no ensino de alunos com necessidades educacionais específicas e salas de aula inclusivas. (STARCIC; CANKARJEVA, 2010)

Apesar da ênfase atual na inclusão ter estimulado muito o interesse no uso das tecnologias educacionais para integrar alunos com necessidades específicas no ambiente escolar regular, observamos um enfoque maior no desenvolvimento de materiais direcionados a alunos surdos e cegos, havendo um menor leque de opções para alunos com TDAH e outros transtornos que interferem no processo de aprendizagem. Verificamos, portanto, como é importante considerar como as ferramentas digitais podem ajudar os alunos com TDAH, já que os dispositivos e aplicativos de tecnologia, quando implementados corretamente, podem ajudar a diminuir problemas com foco e auxiliar os alunos a se envolverem em seu trabalho. (HART BARNETT, 2017)

Entre as possibilidades de ferramentas educacionais direcionadas aos alunos com dificuldades de aprendizagem, as mais comuns são aquelas que atuam como alternativas aos materiais impressos convencionais em sala de aula, como como fitas de áudio e vídeos. (Teaching Chemistry to Students with Disabilities : A Manual for High Schools , Colleges , 4th Edition, 2001)

A tecnologia digital pode ser usada para estimular o interesse, sustentar a motivação, apoiar a criatividade e criar aprendizagem colaborativa entre os alunos. Desta forma, alunos que poderiam se sentir deslocados por inúmeros motivos, terão acesso às

práticas inclusivas, de modo a aumentar as chances desse aluno alcançar o sucesso na educação regular. (SPARKS, 2019) Para tal, a concepção de ambientes de aprendizagem e as práticas devem ser inclusivas para todos, e as tecnologias digitais são uma ferramenta fundamental para educadores. Contudo, o ensino inclusivo não se resume ao uso de tecnologias. Esta deve ser vista como uma ferramenta responsável por auxiliar no desenvolvimento do ambiente de aprendizagem, e as práticas desenvolvidas dentro de sala necessitam ser permanentemente inclusivas.

4.3 A importância do uso de vídeos

As tecnologias da informação e comunicação (TIC) seguem ganhando espaço em sala de aula. Isso porque os métodos de ensino interativos permitem acelerar o processo de compreensão, domínio e criatividade, além de facilitar a aplicação do conhecimento para resolver problemas do mundo real. A eficiência do processo de ensino/ aprendizagem é alcançada por meio de envolvimento dos alunos no processo não só de aquisição, mas também no de uso direto do conhecimento. Neste aspecto, as TICs podem ser vistas como sendo uma série de recursos tecnológicos capazes de facilitar a comunicação e o acesso à informação. (WATANABE; BALDORIA, 2018)

A tecnologia de vídeo tem diversas vantagens, incluindo a capacidade de ser encaminhado, revertido e assistido repetidamente conforme a conveniência do usuário. Os vídeos de aprendizagem possibilitam que os alunos vejam e revisitem atividades complexas de várias perspectivas. A aprendizagem interativa aumenta a motivação e o envolvimento dos participantes na resolução dos problemas discutidos, além de fornecer um impulso emocional à atividade de busca subsequente dos participantes, incentivando-os à ação; o processo de aprendizagem torna-se mais significativo.

A justificativa para o sucesso associado ao uso de vídeos envolve a neurociência, área que estuda o sistema nervoso central. O foco na representação visual surgiu como resultado da busca por novas oportunidades para implementar o princípio da visualização. A visualização contribui para a percepção e memorização bem-sucedidas do material de treinamento; isso acontece devido ao trabalho de ambos os hemisférios cerebrais. O hemisfério esquerdo do cérebro, responsável pelo pensamento lógico, geralmente é empregado durante a aquisição das ciências exatas. O hemisfério direito, responsável pela percepção figurativa e emocional das informações apresentadas, passa a trabalhar ativamente com sua visualização. (KAUARK; SILVA, 2008) Este tipo de material visual

também implementa um princípio didático de acessibilidade: a capacidade de combinar a percepção visual e verbal da informação. A dificuldade de percepção do material de estudo é causada pela apresentação de conceitos teóricos, processos abstratos e fenômenos. A visualização permite superar amplamente essa dificuldade e transformar conceitos abstratos de forma clara e compreensível. (LIU et al., 2017; MENEZES, 2022; PEREIRA, 1995)

Além da correlação existente entre a percepção visual e verbal, há outros benefícios associados com o uso de vídeos, inclusive relacionados com aspectos motivacionais. Sabe-se que existe uma ligação entre a motivação e os resultados da aprendizagem. Esses resultados dependem tanto do conhecimento prévio dos alunos quanto dos fatores que os motivam a aprender. A motivação é um processo que exige que os alunos realizem atividades físicas ou mentais para alcançar seus objetivos, sendo que a aprendizagem surge da interação entre as variáveis cognitivas e motivacionais. As variáveis motivacionais têm sido amplamente estudadas pelas teorias educacionais. Esses estudos descobriram que as motivações intrínsecas e extrínsecas dos alunos têm um alto impacto no processo de aprendizagem. A motivação intrínseca como uma motivação que se origina dentro do indivíduo: alunos intrinsecamente motivados aprendem porque são movidos por um sentimento interior de satisfação. A motivação extrínseca refere-se à motivação que é gerada por fatores externos. Assim, alunos extrinsecamente motivados atingem seus objetivos de aprendizagem confiados a receber recompensas externas. (AVELAR, 2015; CAMILLO, 2021)

Com base nestes aspectos da neurociência, o professor deve ser capaz de criar estratégias e práticas que possam motivar os alunos, além de levar em consideração as individualidades e especificidades dos estudantes. Além disso, espera-se que a motivação seja intrínseca, e para tal, pode-se utilizar inicialmente motivações extrínsecas, pois desta forma há maiores chances de se obter o sucesso acadêmico (AVELAR, 2015; SCHWAAB, 2014)

Neste aspecto, o uso de materiais lúdicos, como vídeos, pode ser uma boa ferramenta a fim de motivar a aprendizagem. Seus benefícios incluem: (SILVA, 2021)

- Reforço a leitura e material de leitura;
- Desenvolvimento de uma base comum de conhecimento entre os alunos;
- Melhora da compreensão e discussão do aluno;

- Proporciona maior acomodação de diversos estilos de aprendizagem;
- Aumenta a motivação e o entusiasmo dos alunos;
- Promove a eficácia do professor.

4.3.1 STOP MOTION

O Stop motion é uma técnica de animação que manipula fisicamente um objeto para fazer com que pareça se mover por conta própria. Desta forma, como as imagens mudam rapidamente, a ilusão de movimento é criada, e o resultado é um vídeo com movimento fluído e contínuo. (VERMAAT; SCHANK, 2000) Para que a ilusão de movimento seja criada, é necessário que tenhamos em torno de 10 a 15 fotos por segundo. (CAMPOS, 2019)

O Stop motion, assim como inúmeros gêneros de animação, é baseado em alguns princípios importantes: usa a técnica de produção de uma série de imagens estáticas - cada uma capturando mudanças adicionais na cena antes de converter essa série de imagens em uma sequência de filme; cria uma ilusão de ótica por meio da qual o observador experimenta um ligeiro atraso na visão e os olhos preenchem naturalmente as lacunas entre as imagens estáticas e as interpretam como imagens em movimento; e requer uma excelente observação da realidade para analisar movimentos e sequências de movimentos para que qualquer movimento particular seja convertido em centenas de minúsculos passos. (FILM, [s.d.]; HERZ, 2021)

Apesar de ser baseada em alguns princípios básicos, a técnica de Stop motion é simples e demanda apenas um dispositivo capaz de tirar fotos e um aplicativo responsável por unir tais imagens. Por ser uma técnica relativamente simples, ela pode facilmente ser incorporada em sala de aula, já que as animações são capazes de cumprir diferentes funções no processo de ensino/ aprendizagem, incluindo o ganho de atenção, a motivação e a elucidação de processos mais complexos. As animações do tipo Stop motion funcionam como complemento, de modo a esclarecer conhecimentos ou fenômenos que usualmente são vistos como difíceis, como é o caso dos processos que ocorrem a nível molecular.

Tais processos são dinâmicos, impossíveis de visualizar a olho nu, e normalmente difíceis de imaginar, pois além de ser necessário que o aluno tenha visão espacial, é

preciso que ele seja capaz de imaginar as interações existentes entre as espécies envolvidas. Neste viés, a animação pode ser uma ferramenta poderosa no ensino de química. Átomos, moléculas e íons não são estáticos, mas vibram, se movem, colidem e interagem uns com os outros. Esses processos dinâmicos são melhor representados em uma animação do que em imagens estáticas.

Desta forma, a criação de filmes pode ser uma ferramenta de aprendizado eficaz no que tange o ensino de reações químicas.

4.4 Ensino de Química Orgânica

Química é um curso de ciências bastante rigoroso, exigindo, como consequência, muita atenção. Alunos de todas as origens são susceptíveis a encontrar dificuldades ao fazer este curso. Muito conteúdo é estudado em um ano e pode ser difícil para qualquer indivíduo aprimorar as habilidades necessárias para aprender e finalizar o curso de forma satisfatória, mesmo quando esse alguém detém habilidades de foco mais intensas. As dificuldades tornam-se mais significativas quando o tópico sob estudo exige que o aluno consiga imaginar tridimensionalmente algo que ele sequer consegue enxergar no mundo macroscópico, como é o caso das moléculas. De fato, imaginar processos reacionais a níveis microscópicos é um desafio bastante complexo, e prever, por exemplo, os produtos que podem ser obtidos a partir de uma reação orgânica vista apenas de forma genérica em uma folha de papel torna-se uma missão bastante complicada.

Ensinar reações orgânicas torna-se um desafio porque os alunos possuem dificuldades em compreender e relacionar fenômenos químicos nos níveis macroscópico e microscópico tendo como base o uso de símbolos. Além disso, tais modelos podem ser bastante desafiadores quando vistos apenas nas folhas dos livros, nos quadros presentes em salas de aula ou em qualquer outra forma que não seja de fácil visualização, já que os alunos possuem dificuldade em compreender o significado real dos modelos microscópicos. (ETICHA; OCHONOGOR, 2013) A noção de que esses modelos podem explicar o observável é especialmente exigente. Uma razão para isso pode estar particularmente relacionada com a maneira com o qual a química é ensinada, seguindo um modelo tradicional e engessado, se concentrando em observações e representações simbólicas e negligenciando as conexões com os eventos a nível microscópico, enquanto os professores adotam uma abordagem instrucional indutiva, partindo do pressuposto de que o fenômeno se explica apenas na observação. (TEREZA; NETO, 2020)

Um outro ponto a ser destacado possui correlação com a formação dos professores de Química: eles não parecem ter sido formados para ensinar Química Orgânica de uma maneira leve, fluída e contextualizada (a contextualização envolve o uso de estratégias instrucionais projetadas para vincular o aprendizado de habilidades fundamentais e conteúdo acadêmico, concentrando o ensino e o aprendizado diretamente em aplicações concretas em um contexto específico que é de interesse do aluno). O ensino desta disciplina foca sempre no decorar de fórmulas e identificação de funções orgânicas; em decorar regras de nomenclatura de compostos orgânicos. (AUGUSTO PAIXÃO; GONÇALVES TEIXEIRA JÚNIOR, 2021) Tais opções favorecem que o discente use, por exemplo, a nomenclatura correta da propanona, porém ignore sua presença na composição do removedor de esmaltes. Eles não conseguem entender o motivo pelo qual aquele produto é capaz de remover o esmalte das unhas. Que tipo de processo acontece com essas duas substâncias e faz com que o esmalte seja removido? Será que é uma reação? Ou será que é apenas um processo físico? Estes e outros questionamentos não são levantados, e se o professor não estimula o pensar, é preciso repensar o ensino. O professor sequer aproveita o ensino de Química Orgânica para correlacionar os tópicos sob estudo com a realidade do aluno. A contextualização é totalmente deixada de lado. Lembrando que contextualizar não é apenas dar exemplos com substâncias que os alunos conhecem, mas sim levar de fato o conhecimento aprendido para dentro de casa ou para qualquer outra vivência do aluno. A maneira como a disciplina é ensinada colabora, portanto, com as dificuldades de aprendizado enfrentadas pelos alunos.

Um modelo para descrever a química e a relação entre fenômenos observáveis e explicações no nível atômico foi proposto por Johnstone (1991) (JOHNSTONE, 1991), que apresentou a noção de química envolvendo três níveis diferentes de conhecimento: um nível descritivo (o nível macroscópico), um nível simbólico e um nível explicativo (o nível submicroscópico). Este modelo tem sido amplamente adotado na pesquisa em ensino de química e usado em projetos de currículo. [27] O nível macroscópico refere-se ao que é concreto e visível, por exemplo, um béquer contendo água, um líquido incolor. O nível submicroscópico refere-se ao que é molecular e invisível, por exemplo, as moléculas (átomos e ligações) que compõem a água. A terceira dimensão, simbólica, refere-se aos símbolos químicos, fórmulas e equações que representam as moléculas, átomos, reações etc. No caso da água, H_2O . Para o professor, pode ser fácil mover-se entre níveis de conhecimento. Para o aluno, em contrapartida, combinar e compreender dois ou até mesmo único nível pode ser um desafio, já que o aluno tem um conhecimento

limitado ou até mesmo inexistente sobre determinados tópicos. Aprender química envolve, portanto, aprender a identificar e compreender o significado de cada um desses níveis, bem como suas correlações (SALAME; PATEL; SULEMAN, 2019) Assim, há a necessidade de desenvolver práticas de aprendizagem que estejam direcionadas para as representações do nível micro e a relação entre as observações dos fenômenos e o nível submicroscópico, ou seja, práticas que apoiem a capacidade de descrição dos alunos, interpretar e explicar fenômenos químicos, já que objetos de visualização auxiliam na explicação, desenvolvimento e aprendizagem de conceitos no campo da ciência. Isso é especialmente verdadeiro para o estudo das reações orgânicas, uma vez que o assunto depende muito de modelos teóricos do mundo submicro. Neste sentido, as representações visuais ajudam os alunos a desenvolver significado no nível submicroscópico. [29, 30] Neste aspecto, as animações adquirem uma grande importância, já que atuam como signos que intermediam o processo de aprendizagem.

4.5 Teoria dos signos

Devemos nos questionar: será que a semiótica influencia fortemente o ensino de Química? Ao refletir por alguns momentos sobre, chegamos à conclusão de que sim, ela influencia fortemente. Isso porque, ao ensinar Química, utilizamos inúmeros signos: fórmulas estruturais, fórmulas moleculares, modelos etc. Devemos, portanto, entender de maneira mais aprofundada como a Semiótica pode de fato auxiliar no ensino de Química, e mais especificamente, no ensino de Química para os alunos com TDAH. Mas antes de entender como a Semiótica influencia no ensinar, devemos entender o que é a Teoria dos signos.

A Teoria dos signos de Peirce, ou Semiótica, é um relato de representação, referência e significado. Embora as teorias dos signos tenham uma longa história, (YAKIN; TOTU, 2014) os relatos de Peirce são distintos e inovadores por sua amplitude e complexidade, e por capturar a importância da interpretação para a significação. Para ele, não há aprendizagem sem signos, já que o raciocínio vem associado a existência ou não de tais signos. (BACHA, 1997)

Os signos podem ser vistos como sendo a representação de um conceito, podendo essa representação ser visual, musical, gestual, verbal. O triângulo semiótico de Peirce considera o signo como uma síntese de representamen, objeto e interpretante. Representamen representa algo (um objeto) para alguém (o intérprete) em certo aspecto

ou capacidade, e um interpretante é o efeito interpretativo sobre o intérprete; é outro signo que aponta para o mesmo objeto, podendo ser a resposta cognitiva, emocional ou comportamental. (SILVA, [s.d.]

Para Peirce, o interpretante pode ser dividido em três fases: interpretante imediato, interpretante dinâmico e interpretante final. O interpretante imediato pode ser visto como sendo o estímulo inicial e o potencial efeito daquele signo; já o interpretante dinâmico é tido como secundário, já que possui efeito direto ou prático sobre a interpretação do signo. Como o intérprete dinâmico possui correlação com o efeito prático causado pelo signo, ele pode variar de indivíduo para indivíduo, já que o interpretante dinâmico varia de acordo com a interpretação do intérprete. O interpretante final é a terceiridade, o efeito final formado por um processo de semiose infinita. É o resultado, portanto, de todo o processo. O significado final de um signo pode mudar devido às condições internas ou externas, resultando em um novo interpretante dinâmico e levando a outro interpretante final. (MEDEIROS, [s.d.]; PARMENTIER, 1985) Cada interpretação pode agregar novos conhecimentos. Lembrando que o signo só atua como signo se o intérprete o considera um signo, e a aprendizagem de cada aluno é particular, pois o processo de aprendizagem associado ao signo envolve as próprias vivências dos alunos, o contexto cultural ao qual ele está inserido, além, claro, das limitações específicas do próprio aluno. É possível, portanto, que haja discrepâncias entre a matéria pretendida, a matéria ensinada e a matéria aprendida.

Neste aspecto, a Semiótica pode ser utilizada para a compreensão das dificuldades enfrentadas pelos alunos nas aulas de Química Orgânica. Inúmeros são os signos utilizados, e se houver falha em algum dos pontos descritos por Peirce durante o processo de semiose, certamente o processo de aprendizagem será prejudicado. Desta forma, é preciso desenvolver novos signos a fim de ressignificar os signos já utilizados em química orgânica, já que os sistemas simbólicos complexos utilizados podem não ser suficientes para que o aluno seja capaz de elaborar um significado e entender aquele conceito. (SILVA, 2012)

Falando, especificamente, de ensino inclusivo, devemos citar também Vygotsky. Segundo ele, “Do ponto de vista pedagógico, uma criança cega ou surda pode, a princípio, ser equiparada a uma criança normal, mas a criança surda ou cega atinge os objetivos de uma criança normal por meios diferentes e por um caminho diferente”. Novamente estamos lidando com os signos e seus interpretantes. Não basta utilizar apenas uma ferramenta esperando que todos os alunos sejam capazes de aprender sobre determinado

tópico de maneira eficiente. É preciso fornecer um leque de opções, para que os alunos tenham mais de uma possibilidade para desenvolver o significado de um determinado conceito. Ou seja, utilizar signos que facilitem o processo de aprendizagem, com o uso de metodologias alternativas e auxiliares, e que possuam papel funcional. (LINASK, 2019) É importante destacar que o termo “criança normal” foi o termo utilizado na época, e que hoje não fazemos mais essa classificação.

Concluimos, portanto, que o ensino e aprendizagem da química é, essencialmente, uma atividade semiótica colaborativa mediada pelo uso, recriação, interpretação e apropriação simultâneas de uma variedade de sistemas semióticos.

5 PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS

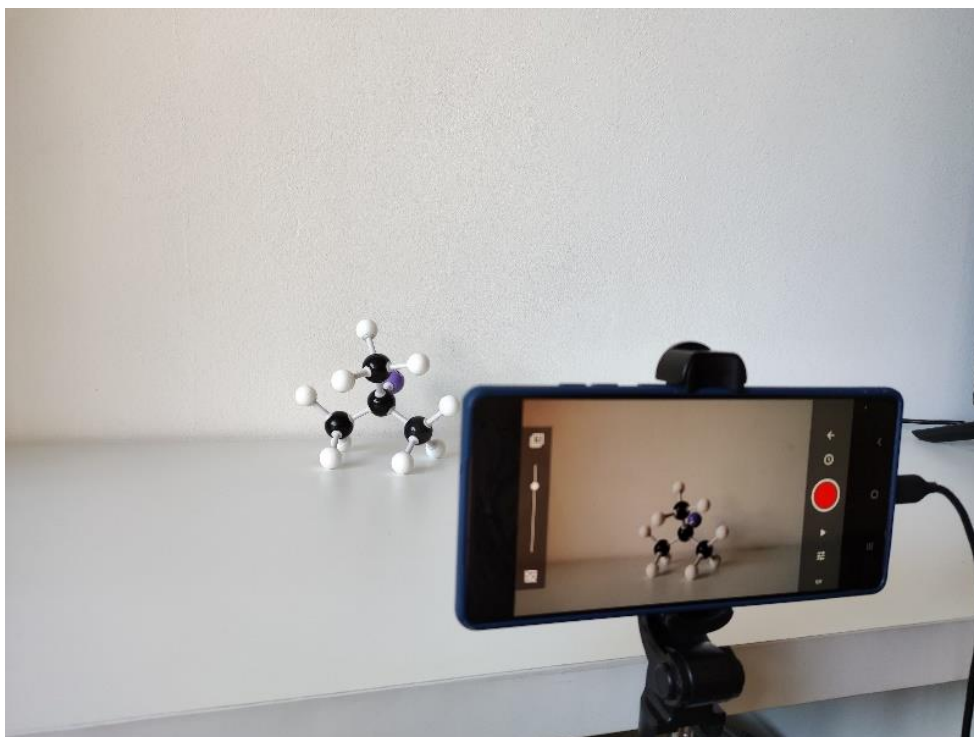
Nesse capítulo será apresentado o passo a passo utilizado para a elaboração dos vídeos que poderão, no futuro, funcionar como ferramentas para o ensino de Química Orgânica. A ideia, portanto, é fornecer o procedimento utilizado na elaboração dos vídeos para que desta forma outros professores também possam desenvolver seus próprios vídeos, caso queiram.

Para a produção dos vídeos, os seguintes materiais/ aplicativos foram utilizados:

- 1) Smartphone;
- 2) Kit Modelo Molecular (Organic Chemistry Model Kit – XMM-062);
- 3) Fone de ouvido utilizado como disparador;
- 4) Tripé;
- 5) Aplicativo Stop Motion Studio.

Pode-se verificar, na Figura 1, a disposição dos equipamentos utilizados a fim de enquadrar da melhor maneira possível os compostos a serem fotografados:

Figura 1: Cenário utilizado para a produção dos vídeos Stop Motion



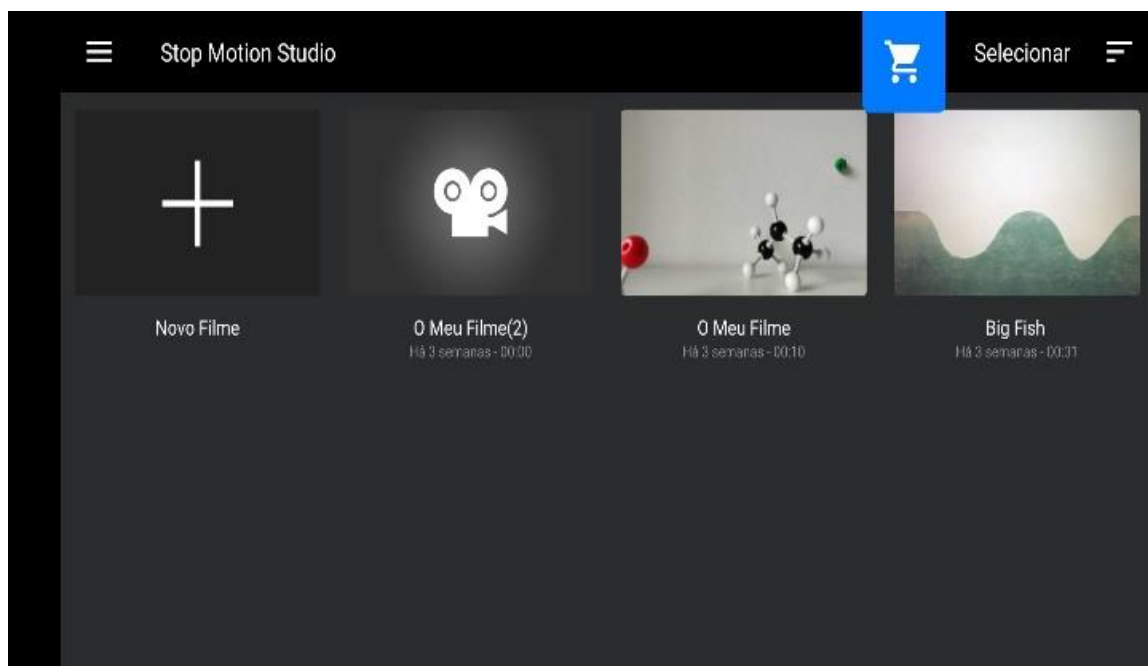
Utilizou-se para a produção dos vídeos um cenário branco comum, com os compostos apoiados em uma mesa branca lisa. Um tripé foi utilizado para fins de estabilização, visto que pequenas variações na posição do aparelho celular interfeririam nas imagens geradas. Para garantir ainda mais a estabilização das imagens, um fone de ouvido foi acoplado ao equipamento. Este fone tinha como função disparar a câmera fotográfica, pois desta forma não seria necessário tocar no aparelho celular para realizar uma imagem.

Nas figuras 2 e 3 são apresentadas, respectivamente, uma foto do Modelo Molecular utilizado na elaboração do vídeo e uma captura de tela obtida ao abrir o aplicativo Stop Motion Studio no aparelho Smartphone.

Figura 2: Modelo Molecular utilizado na elaboração dos vídeos



Figura 3: Página inicial do aplicativo Studio Stop Motion



O aplicativo Stop Motion Studio foi baixado diretamente da Google Play Store, estando disponível para downloads também na Apple Store. Apesar de possuir uma versão gratuita, que fornece algumas ferramentas básicas que já tornam possível a produção de um vídeo do tipo Stop Motion, uma versão paga foi utilizada na elaboração dos vídeos. Para a obtenção de tal versão, o valor de R\$25,99 foi pago. Com este valor, o pacote completo foi obtido, incluindo a possibilidade de realizar vídeos com definição 4K Ultra HD, assim como a opção de desenhar nas imagens, fazer uso da tela verde etc. Este aplicativo foi de extrema importância, visto que o mesmo foi utilizado para tirar as fotografias, realizar as edições e ajustes e gerar o vídeo Stop Motion em si. O próprio aplicativo exportava o vídeo, podendo o mesmo ser enviado para qualquer plataforma. Foram produzidos, ao todo, dois vídeos em Stop Motion, correspondentes, especificamente, às seguintes reações de substituição nucleofílica unimolecular:

Figura 4: Obtenção do propan-2-ol a partir do 2-cloropropano

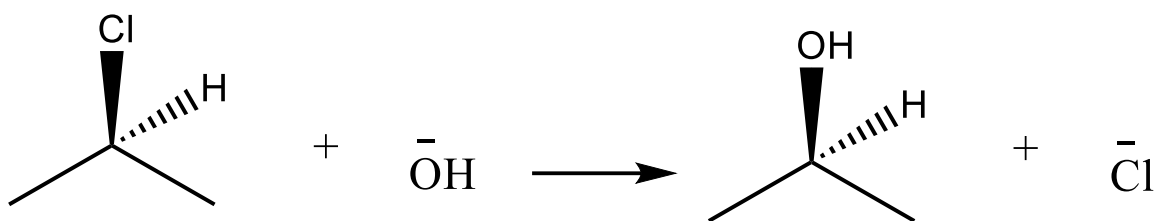
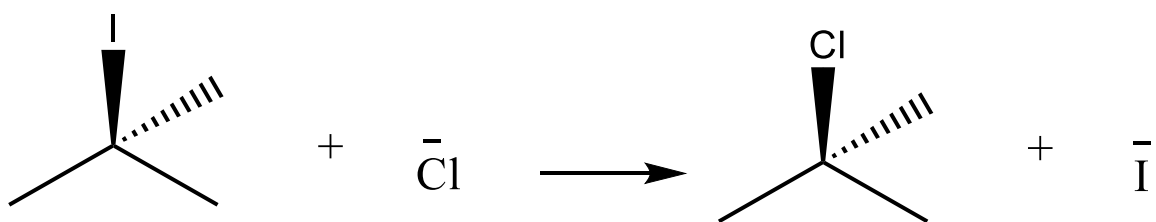


Figura 5: Obtenção do cloreto de terc-butila a partir do iodeto de terc-butila

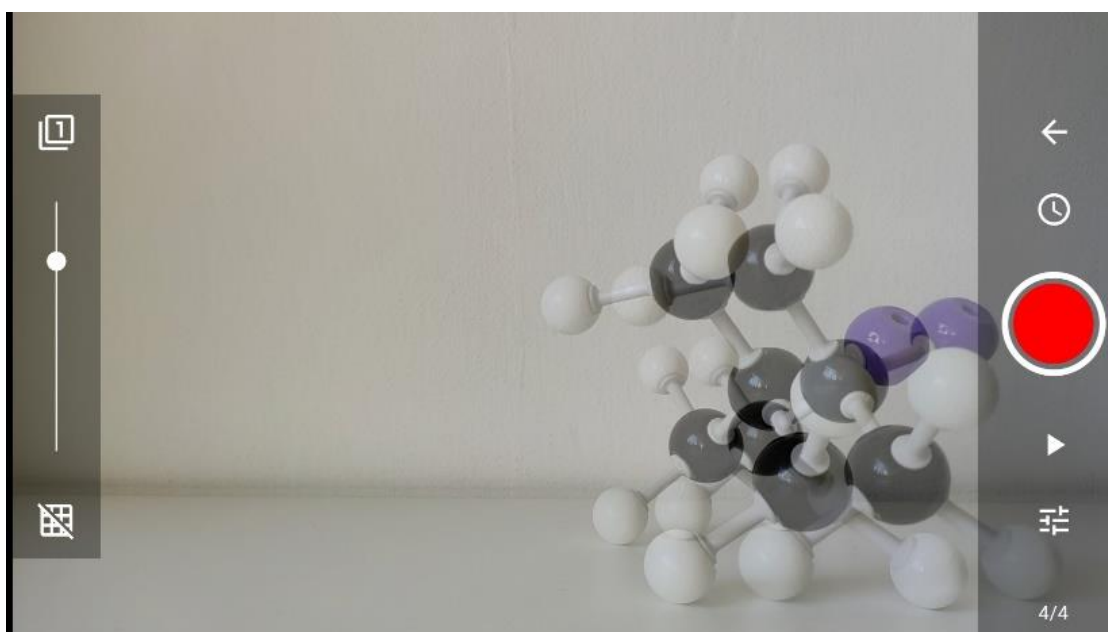


Cada um dos vídeos foi produzido utilizando quantidades de fotos distintas, a fim de elucidar como a quantidade de fotos pode interferir no resultado. Para a produção do vídeo de aproximadamente 10 segundos, foram necessárias aproximadamente de 50 fotos. Para a produção do vídeo de 20 segundos, o dobro de fotos, como esperado, foi necessária.

Além disso, o vídeo de 20 segundos foi obtido em uma qualidade superior (4K) ao do vídeo de 10 segundos (HD).

O aplicativo fornece a opção de deixar em tela a última fotografia tirada (Figura 6), e de acordo com esta fotografia, pode-se realizar uma pequena mudança na cena, a fim de obter, ao final, o vídeo Stop Motion. Esta ferramenta é extremamente útil, pois permite realizar mudanças bastante sutis, necessárias para que o vídeo se torne fluído e contínuo. É importante frisar que quanto menores são as mudanças de foto para foto, mais interessante torna-se o vídeo, visto que maior é a sensação de termos de fato um vídeo, e não imagens sequenciadas.

Figura 6: Ferramenta utilizada para sobrepor a última foto tirada e a cena atual



No que diz respeito ao tempo utilizado para a produção dos vídeos, é importante salientar que pensar em como montar o cenário, a disposição das moléculas, como movê-las etc levou um tempo superior ao esperado, sendo esta a etapa mais trabalhosa e demorada. No primeiro vídeo, uma manhã precisou ser destinada aos ajustes destes detalhes. Estando todos os detalhes prontos, a produção de cada um dos vídeos de fato durou em torno de 2 horas.

Para exportar os vídeos e enviá-los por e-mail, o aplicativo utilizado demandou tempos distintos. Como havia diferença na qualidade do vídeo em si e no tempo total do vídeo, esta variação era esperada. Para o vídeo de 10 segundos em HD, o aplicativo levou

em torno de 4 segundos para liberar a exportação do vídeo. O vídeo de 20 segundos e em 4K consumiu em torno de 6 segundos. Os dois arquivos foram exportados como vídeo, na extensão .mp4, tendo o menor vídeo 8.193 KB e o maior vídeo 15.824 KB.

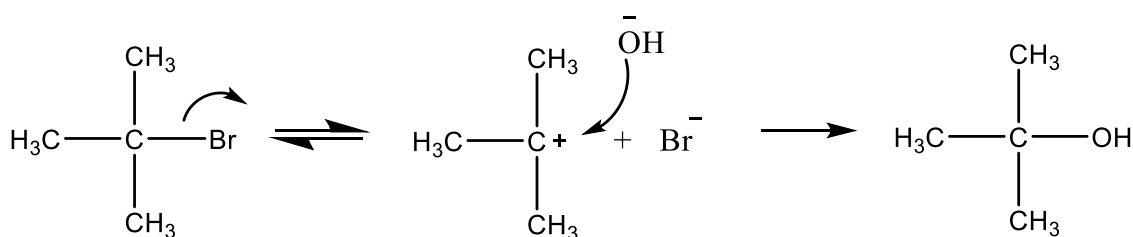
6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

Estudantes, de forma geral, incluindo alunos com TDAH, aprendem bem quando estão interessados no material que está sendo ensinado e mostram um comportamento ou desempenho aprimorado quando as tarefas apresentadas em sala de aula são novas e/ ou capazes de despertar o interesse do aluno. Neste aspecto, torna-se responsabilidade do professor desenvolver atividades que sejam capazes de despertar o interesse dos alunos, e este pode vir a ser um desafio e tanto em se tratando de alunos com TDAH.

Os professores devem, portanto, lançar mão de inúmeras ferramentas, a fim de tornar o processo de ensino/ aprendizagem mais eficiente. Sabendo que alunos com TDAH podem se beneficiar de aulas que utilizem recursos interativos e visuais, como uso de modelos moleculares, (MINER, DOROTHY L., ED.; NIEMAN, RON, ED.; SWANSON, ANNE B., ED.; WOODS, MICHAEL, 2001) deve-se focar na elaboração de aulas que envolvam o uso de tais recursos. E é neste ponto que os vídeos Stop Motion atuarão de modo a tornar uma aula de Química Orgânica mais interessante.

Os vídeos, por si só, podem auxiliar alunos com TDAH a manter o foco e o interesse em uma aula que poderia, a princípio, ser desinteressante, como é o caso das aulas de reações orgânicas. Para um aluno sem qualquer tipo de limitação, entender uma reação como a apresentada abaixo pode ser um desafio.

Figura 7: Exemplo de reação de substituição nucleofílica unimolecular



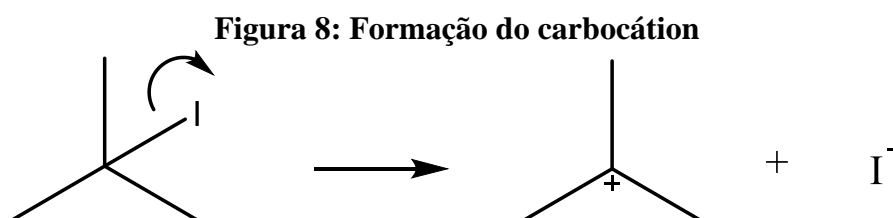
Para alunos com TDAH, o desafio é ainda maior. Reações orgânicas é um tópico bastante abstrato, e se não for possível tornar este tópico mais palpável e interessante, dificilmente alunos com dificuldades serão capazes de entender o que está sendo estudado.

Neste caso, para facilitar o processo de ensino/ aprendizagem, a ideia é que os professores possam dar uma aula, a princípio, expositiva e introdutória, e na sequência

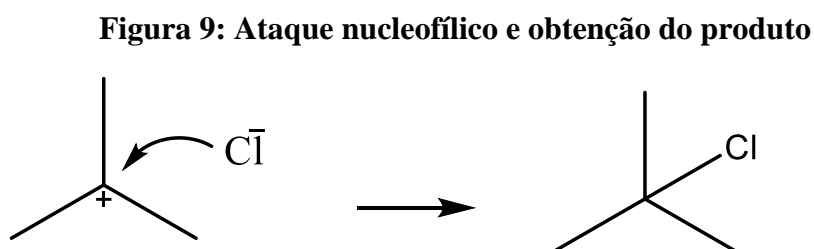
apresentar os vídeos Stop Motion, fazendo as correlações entre a teoria e o observado no vídeo. Com as moléculas sendo representadas tridimensionalmente em um vídeo, as chances de direcionar a atenção de um aluno com TDAH para o que está sendo ensinado aumentam. Além disso, alunos sem quaisquer tipos de limitações também serão beneficiados, já que as dificuldades inerentes ao conteúdo acometem não apenas alunos com TDAH.

As reações de substituição nucleofílica possivelmente são um dos primeiros tópicos (junto a isomeria espacial) em Química nos quais os alunos poderão ter contato com moléculas que demandam perspectiva em 3D, além dos mecanismos de reação. Apresentar para um aluno de ensino médio as etapas envolvidas em uma reação de substituição nucleofílica unimolecular, por exemplo, pode ser uma grande missão, principalmente se os alunos têm limitações relacionadas com foco e atenção. Apresentar um mecanismo como o descrito abaixo, com as moléculas em 2D, chapadas no papel ou quadro, pode ser bastante desafiador:

- 1) A primeira etapa (a etapa lenta) envolve a quebra do haleto de alquila em um carbocátion e um ânion do grupo de saída:

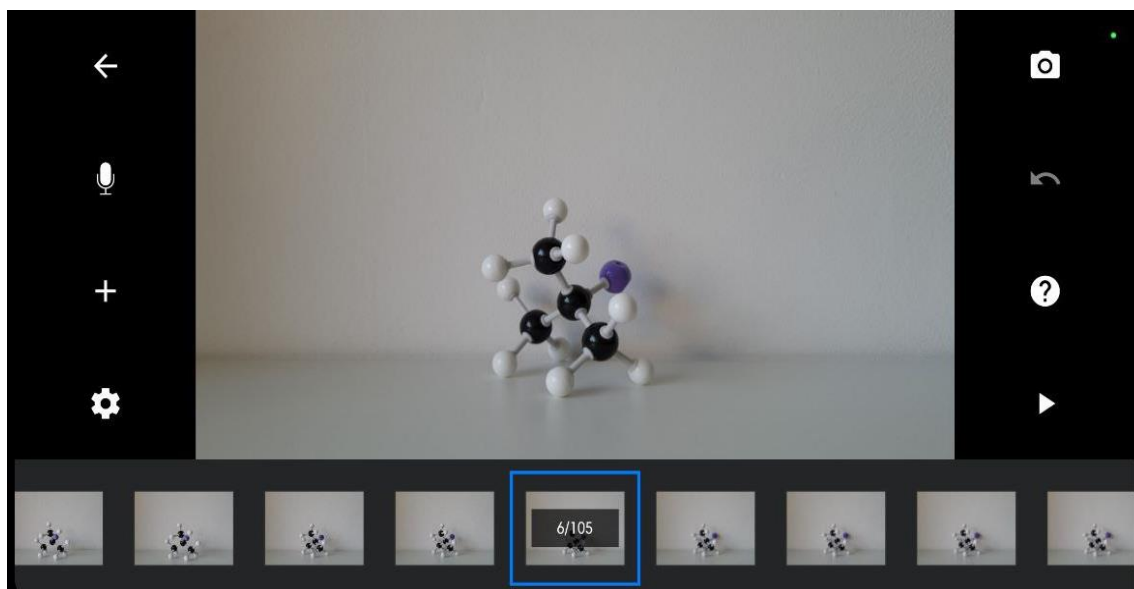


- 2) A segunda etapa (a etapa rápida) envolve a formação de uma ligação entre o nucleófilo e o carbocátion:



Por outro lado, se o professor tem disponível um material visual e dinâmico, que possa ser utilizado para ensinar uma reação como esta, certamente o processo de ensino/aprendizagem será mais eficiente. Em vez de reações apenas no papel, o professor poderá ensinar e detalhar passo a passo como o processo ocorre. Ele poderá apresentar o vídeo do tipo Stop Motion frame a frame, inicialmente no intuito de detalhar o processo:

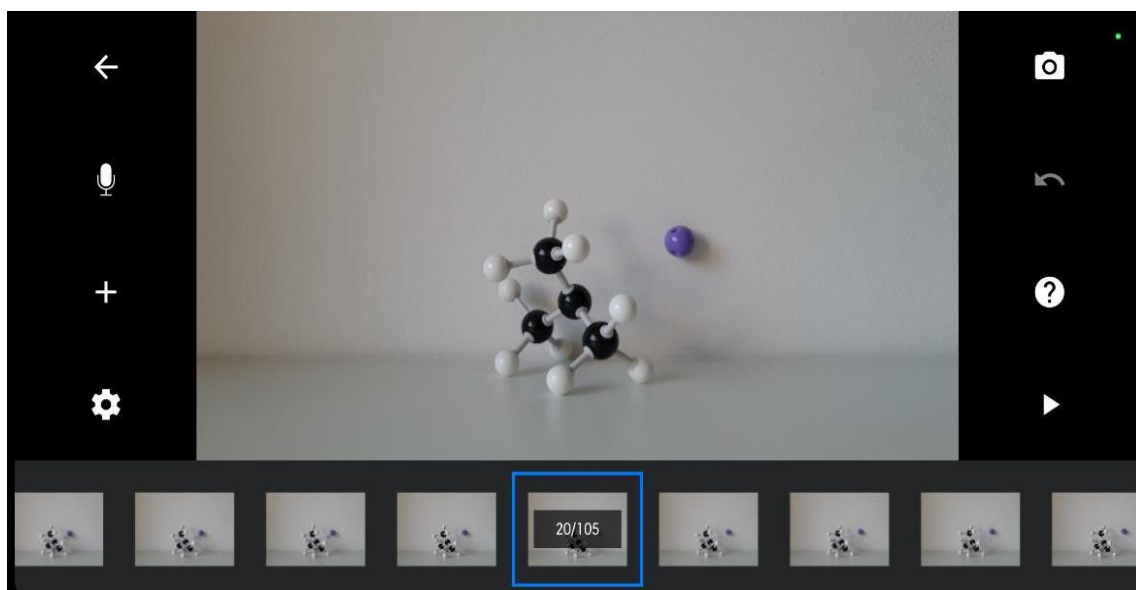
Como primeira etapa para o entendimento da reação os alunos são apresentados ao reagente iodeto de terc-butila. A primeira etapa necessária para o entendimento de Química Orgânica está todo impresso nesta imagem. Na Figura 10 abaixo, o frame mostra este reagente e sua geometria tridimensional. Para facilitar ainda mais a visualização desta característica, intencionalmente a molécula foi colocada próxima à dois planos perpendiculares do cenário. Desta forma, os alunos poderão notar as hibridizações sp^3 dos carbonos e a consequente disposição espacial que desta hibridação advém. O plano vertical do cenário permite aos alunos notarem que o átomo de iodo está próximo a este plano e as metilas se afastam deste; esta disposição garante a noção de que o átomo de carbono terciário está no caminho intermediário entre as metilas e o átomo de iodo. Diferentemente da imagem bidimensional apresentada no quadro negro (Figura 8, reagente iodeto de tec-butila), aqui os alunos podem notar a disposição de todos os átomos da molécula e, principalmente, a geometria tetraédrica do carbono central, fazendo com que as metilas fiquem afastadas do átomo de iodo. Esta imagem também permite perceber que o átomo de carbono central (terciário) está “cercado” pelas metilas, impedindo a aproximação de outra espécie por trás do eixo C-I. Por fim, os alunos também poderão notar que as ligações C-H são menores do que a ligação C-I.

Figura 10: Frame relativo ao reagente iodeto de terc-butila

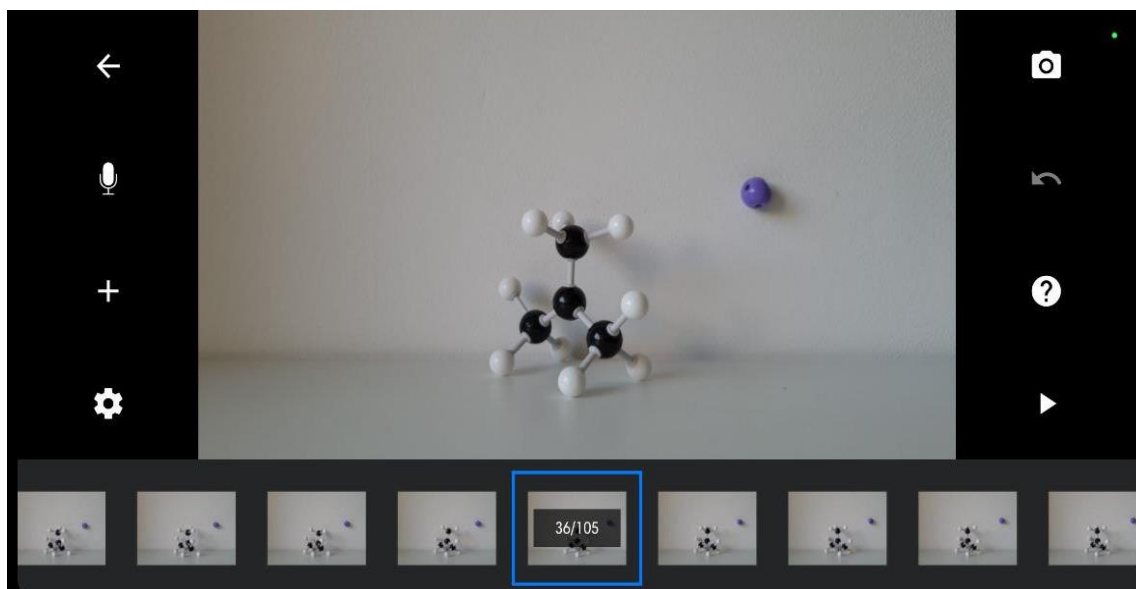
Como pôde ser visto na Figura 10, houve claro interesse em permitir que os átomos constituintes da molécula apresentassem sombras. A intenção aqui é aumentar a noção de profundidade e volume da imagem, maximizando a noção tridimensional da molécula.

Continuando a reação, conforme dito anteriormente, a impossibilidade de aproximação de um reagente por entre as metilas garante que a reação se passe apenas por meio da quebra da ligação C-I. Na Figura 11 os alunos podem perceber esta quebra com a formação incipiente do carbocátion terciário. Neste frame, o carbocátion ainda não está totalmente formado devido à proximidade com o íon iodeto. Nota-se aqui que, por isso mesmo, o carbocátion ainda não está com a geometria da hibridização sp^2 , ou seja, trigonal plana. Cabe dizer que esta imagem não possui paralelo nas aulas tradicionais de Química. Além disso, os alunos podem apreender desta imagem é de fundamental importância em Química: mostra que as espécies são formadas no meio reacional por meio de quebras e formações de ligações químicas e, sobretudo, o conceito fundamental da Química que é a existência de ligações químicas.

Figura 11: Frame relativo à quebra da ligação C-I no reagente iodeto de terc-butila

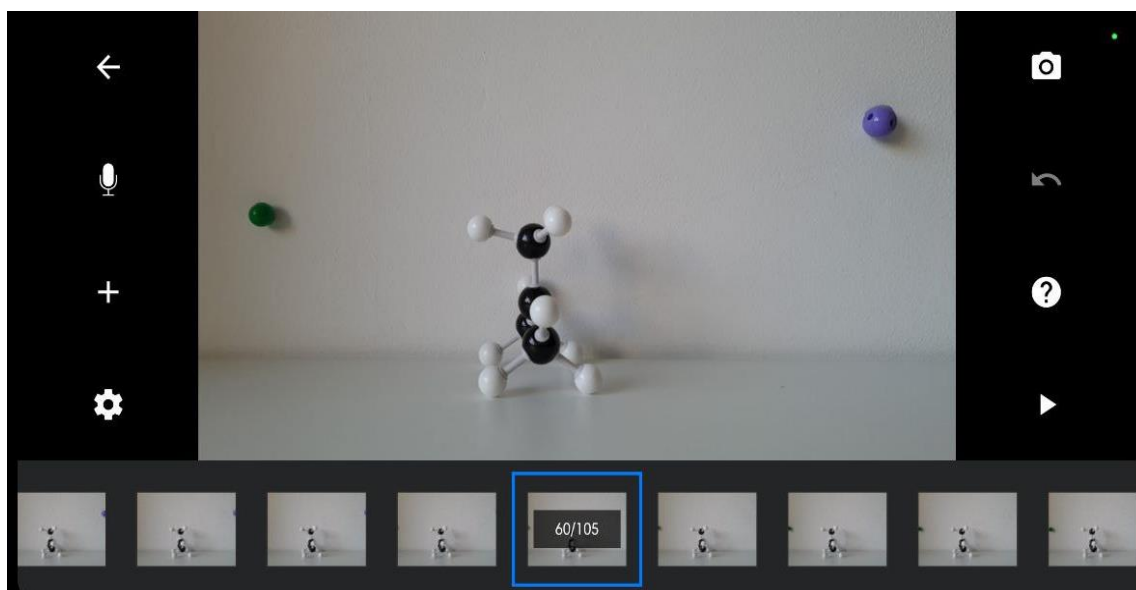


A próxima etapa da reação é formação definitiva do intermediário reacional – carbocátion terc-butila - oriundo do reagente iodeto de terc-butila. A Figura 12 abaixo permite a visualização do carbocátion e, paralelamente, os alunos resgatam todo o conhecimento de hibridização para auxiliar no entendimento da estrutura química do cátion terc-butila. Neste frame é possível notar que após o distanciamento do íon iodeto o átomo de carbono central apresenta a geometria trigonal plana, característica da hibridização sp^2 . Esta espécie é apresentada nas aulas tradicionais como sendo formada instantaneamente (no meio reacional) após a quebra da ligação C-I. Em contrapartida, o vídeo stop motion permite a estruturação do conhecimento a partir de uma construção paulatina das espécies no meio reacional. Por este meio, é oferecido ao aluno a oportunidade de desmistificar a ciência e perceber que os conceitos dados surgem, em muitas das vezes, de conhecimentos prévios alcançados por todos.

Figura 12: Frame relativo ao carbocátion terc-butila

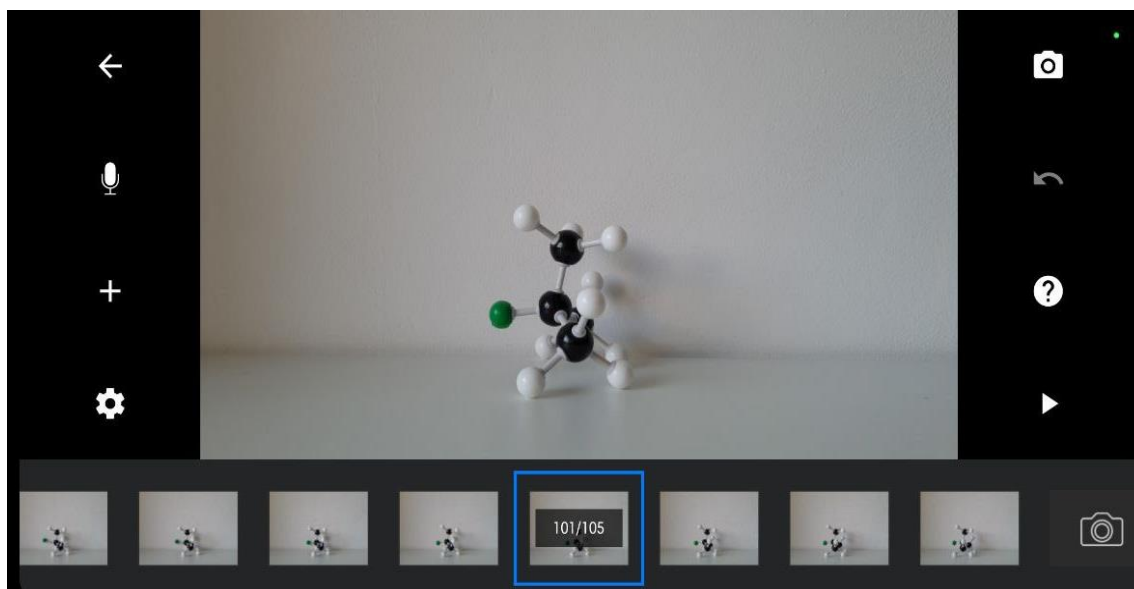
A Figura 13 abaixo apresenta aos alunos o início da formação do produto, cloreto de terc-butila. Diferentemente da forma que é exposta em sala de aula no ensino tradicional, esta imagem permite aos estudantes visualizarem a aproximação do íon cloreto (negativamente carregado) ao carbocátion. Como pode ser visto na figura, o íon cloreto se aproxima do carbocátion apenas quando o íon iodeto já está muito afastado da cadeia carbônica. Ademais, claramente todos perceberão que a distância entre o carbono central e íon iodeto é muito superior às ligações químicas ordinárias. Neste ponto evidencia-se que a reação se passa pela formação de íons livres: carbocátion, cloreto e iodeto.

Figura 13: Frame relativo ao início da formação da ligação do íon cloreto ao carbocátion



Finalmente, na Figura 14 abaixo, evidencia-se a presença do produto – cloreto de terc-butila – com a formação da ligação entre o cloreto e o carbono central da cadeia carbônica. Além disso, fica claro que a entrada do átomo de cloro reestrutura a molécula, recuperando a hibridização sp^3 do carbono central, aniquilando, portando, o caráter catiônico do carbono central. Assim, novamente é possível notar que o átomo de carbono central (carbono terciário) está entre o átomo de cloro e as três metilas.

Figura 14: Frame relativo ao produto cloreto de terc-butila



As nuances da reação apresentadas nestes cinco frames permitem estruturar o conhecimento em química de forma muito superior ao método padrão, em que as reações são apresentadas no quadro negro com estruturas bidimensionais. Como apresentado, neste método há uma construção do saber superior, pois links com conceitos prévios são feitos automaticamente, o que garante uma base sólida no conhecimento da Química.

Para acesso aos vídeos produzidos, acesse o seguinte link:
https://drive.google.com/drive/folders/1Z-IWzk8357DdCBEj_DNMaZ0Ljuzv2CDI?usp=sharing

Além dos vídeos, espera-se que o professor possa discutir com os alunos sobre as características dos reagentes e produtos envolvidos no processo. É válido que o professor proponha mecanismos de reações que contenham substâncias de relevância ambiental, biológica, forense etc. Desta forma, as discussões serão pautadas nas características e propriedades dos compostos. Em vez de focar apenas em decorar nomes ou fixar apenas as funções orgânicas existentes em um grupo de compostos, os alunos aprenderão sobre o comportamento e reatividade destas substâncias. Esta etapa pode facilitar ainda mais o processo de ensino/ aprendizagem. (AUGUSTO PAIXÃO; GONÇALVES TEIXEIRA JÚNIOR, 2021)

A proposta, portanto, é que o professor desenvolva a aula em etapas:

- 1) Aula expositiva utilizando quadro;
- 2) Apresentação dos vídeos.

Ainda assim, é possível que os alunos tenham dificuldades em acompanhar a aula e manter o foco no conteúdo sob estudo. Neste caso, propõe-se uma nova etapa:

- 3) Produção em pares de vídeos Stop-Motion.

A aprendizagem entre pares é uma estratégia na qual dois alunos trabalham juntos em uma atividade acadêmica com um aluno fornecendo assistência e instrução ao outro.(REIBER; MCLAUGHLIN, 2004) Esta ferramenta pode ser bastante útil para estudantes com TDAH, já que tal estratégia pode ajudar os alunos a se concentrarem no trabalho proposto, além de ser uma boa oportunidade para que os alunos consigam trabalhar as relações interpessoais, que pode ser bastante limitada em se tratando de alunos com TDAH. (MULLIGAN, 2001)

Neste caso, propõem-se que a turma seja separada em duplas, e que cada dupla seja responsável por montar um vídeo Stop Motion de uma reação de substituição nucleofílica. O professor deverá fornecer opções de reações para que os alunos, juntos, possam escolher com qual reação desejam trabalhar. Esta etapa de escolha é extremamente importante para um estudante com TDAH, visto que o processo envolvendo a tomada de decisão confere uma maior responsabilidade aos alunos, associado com um maior controle sobre a tarefa ao qual os estudantes estão incumbidos de realizar. (DUPAUL; WEYANDT; JANUSIS, 2011) Além disso, o professor pode dar pontos extras para o projeto, de modo a fornecer, portanto, uma recompensa pelo trabalho desenvolvido pelos alunos.

Para tornar a atividade mais eficiente, o professor deve fornecer a cada dupla um roteiro contendo as regras que deverão ser seguidas; além disso, o professor deve monitorar as duplas, acompanhar de perto a produção dos vídeos, fazendo prontamente correções, caso seja necessário, e elogiando o desenvolvimento do trabalho. Reforços positivos são bastante significativos para alunos com TDAH. (DILAWARI; TRIPATHI, 2014)

No que diz respeito as regras, o professor pode escrever uma lista de pontos a serem seguidos, imprimir e distribuir para cada dupla. É importante fornecer as regras

diretamente aos alunos, pois desta forma eles terão acesso as mesmas facilmente, sem que seja necessário, por exemplo, levantar-se para perguntar sobre como montar o vídeo. Quanto menores as perturbações, maiores as chances de o aluno com TDAH se manter focado na tarefa. (DUPAUL; WEYANDT; JANUSIS, 2011) O professor deve explicar as regras no início, e lembrar aos alunos que caso seja necessário, basta consultar o papel impresso com as regras, pois nele cada um dos pontos importantes estarão descritos da mesma forma como explicado pelo professor no início da atividade. Além disso, o professor pode fazer um mini tutorial de como utilizar o aplicativo Stop Motion Studio, utilizado na produção dos vídeos.

Podemos ter como exemplo as seguintes regras descritas no cartão impresso:

- 1) O vídeo deve ter entre 10 e 15 segundos;
- 2) Para a produção do vídeo, serão necessários entre 50 e 75 fotos;
- 3) Os alunos podem adicionar música ao vídeo, caso queiram;
- 4) O vídeo deve ser produzido em HD;
- 5) Os alunos deverão utilizar apenas as moléculas envolvidas na reação escolhida pela dupla.

É importante frisar que a produção dos vídeos deverá ser feita em uma aula distinta da aula de apresentação do conteúdo teórico e dos vídeos produzidos pelo professor, pois caso contrário não haverá tempo hábil para ambos.

Para a produção de um vídeo de 10 segundos, certamente os alunos levarão pelo menos 1 hora. O professor deve, portanto, deixar todos os objetos necessários à produção do vídeo previamente prontos. Com relação a montagem das moléculas, o professor pode deixar o Kit para cada uma das duplas pronto, sendo necessário apenas a entrega do material aos alunos.

Serão necessárias pelo menos duas aulas de 50 minutos para que o projeto possa ser executado de maneira satisfatória. O professor deve, ao final, ver cada um dos vídeos, para verificar se são necessárias correções, e para elogiar o trabalho de cada uma das duplas.

Como produto, serão obtidos diversos vídeos Stop Motion. Para que todos tenham acesso aos vídeos produzidos, o professor pode criar um canal no YouTube, e carregar cada um dos vídeos neste canal. A disponibilização dos vídeos será um ponto importante do trabalho, já que estudantes com TDAH precisam fixar o processo em sua memória, e

visualizar diversas reações que seguem o mesmo padrão poderá ser uma ferramenta útil no processo de fixação do conteúdo. (BUSTAMANTE; SCANLON; CHINI, 2017)

Os alunos, ao final do projeto, terão trabalhado diretamente com a produção de um vídeo Stop Motion de uma reação de substituição nucleofílica. Diversos pontos terão sido seguidos, a fim de tornar a atividade mais interessante para os alunos, especificamente para alunos com TDAH. Além disso, ao publicar os vídeos em um canal do YouTube, eles certamente sentirão que o projeto teve um propósito, além, claro, de terem acesso ao material produzido a qualquer momento. O projeto beneficiará não apenas os alunos da turma, mas também outros alunos que possuam dificuldades em reações orgânicas, especificamente, reações de substituição nucleofílica.

6.1 Plano de aula

Para elucidar e indicar um caminho a ser seguido pelos professores de Química, abaixo uma possibilidade de plano de aula é apresentada. Lembrando que este é apenas um modelo a ser seguido, podendo ser modificado livremente pelo professor, de acordo com sua necessidade e com as demandas dos alunos.

PLANO DE AULA

1) TEMA DA AULA

Reações de substituição nucleofílica: uma representação em 3D.

2) PÚBLICO-ALVO

Estudantes do terceiro ano do ensino médio.

3) OBJETIVOS DA AULA

- Conceituar as reações de substituição nucleofílica (1 tempo de aula);
- Elucidar tais reações utilizando o recurso audiovisual Stop Motion (1 tempo de aula).

4) CONHECIMENTOS PRÉVIOS NECESSÁRIOS

Para a aula de Reações de Substituição Nucleofílica são necessários conhecimentos prévios relativos a funções orgânicas e fórmulas estruturais.

5) DINÂMICA DA AULA

Momento A

- Duração estimada: 50 minutos
- Descrição da atividade:

Neste primeiro momento, será feita uma aula expositiva - dialógica, explicando as reações de substituição nucleofílica.

- Materiais empregados aqui: Lousa e caneta/ giz para lousa.

Momento B

- Duração estimada: 50 minutos
- Descrição da atividade:

Neste segundo momento, dois vídeos do tipo Stop Motion serão apresentados aos alunos. No vídeo 1, teremos a reação de substituição nucleofílica do 2-cloropropano com OH^- . No vídeo 2, teremos a reação entre o cloreto de terc-butila e Cl^- . Em ambos os casos, aproveitaremos para discutir sobre as propriedades do reagente e produto envolvidos no processo.

Ao final da aula (restando aproximadamente 10 minutos para o fim), o professor deverá informar aos alunos que na aula seguinte eles deverão produzir um vídeo Stop Motion. O professor pedirá aos alunos que tragam seus aparelhos celulares, e que já façam o download do aplicativo Studio Stop Motion.

O professor passará um vídeo rápido com um breve tutorial de como o aplicativo deverá ser utilizado.

- Materiais Empregados aqui: Computador e retroprojektor.

6) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

A avaliação envolverá a criação de um vídeo do tipo Stop Motion.

Momento A

- Duração estimada: 50 minutos

- Descrição:

A turma será dividida em duplas e cada dupla será responsável por produzir um vídeo referente a uma reação de substituição nucleofílica.

Serão selecionadas um número X de reações a serem estudadas. O valor de X dependerá da quantidade de alunos em sala de aula.

O professor deve apresentar as reações aos alunos, e solicitar que os mesmos escolham a reação que desejam trabalhar.

Após escolher as reações, o professor deverá fornecer um kit de moléculas previamente montado, relativo à reação escolhida pela dupla. As duplas receberão seus kits e uma folha impressa com as regras para a produção dos vídeos. Tais regras serão descritas pelo professor antes de autorizar o início da produção dos vídeos.

Momento B

- Duração estimada: 50 minutos

- Descrição:

Produção dos vídeos Stop Motion pelos alunos.

Ao final da aula, o professor deve pedir aos alunos que envie o vídeo para seu e-mail, e informá-los que todos os vídeos serão disponibilizados em um canal do Youtube.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Química como um todo é uma disciplina bastante rigorosa, que exige um grau significativo de atenção. Todos os alunos estão susceptíveis a encontrar dificuldades em diversos tópicos da disciplina de Química. Os problemas tornam-se ainda mais significativos quando os tópicos sob estudo são mais abstratos, como no caso de reações orgânicas, incluindo reações de substituição nucleofílica. Em se tratando, especificamente, de alunos com limitações de aprendizado, o desafio pode ser ainda maior. Alunos com TDAH, por exemplo, enfrentarão diversos obstáculos em uma sala de aula tradicional, já que eles acabam por demandar por técnicas alternativas que sejam capazes de manter sua atenção no que está sendo estudado. E como nem sempre o professor é capaz de apresentar metodologias alternativas durante suas aulas, há aqui um desafio a ser superado.

Uma solução, portanto, é auxiliar professores no desenvolvimento de materiais que possam ser úteis em uma turma que tenha estudantes com TDAH. A produção de vídeos Stop Motion é uma opção bastante válida, já que projetos visuais são capazes de despertar a atenção de alunos que possuam déficit de atenção e/ ou hiperatividade. Além disso, apresentar vídeos Stop Motion em sala de aula e propor que os alunos também sejam responsáveis pela produção de vídeos torna todo o processo de ensino/aprendizagem muito mais interessante e significativo, por diversos fatores, já descritos durante este trabalho. Como produto, haverá ainda a produção de diversos vídeos, que poderão ser disponibilizados online, e que beneficiarão não apenas os alunos da própria turma, já que eles poderão ter acesso ao material acadêmico em qualquer momento, sendo possível, portanto, estudar em ambientes nos quais os alunos com TDAH sentem-se mais focados, mas que também beneficiarão outros alunos, já que o material estará disponível para que qualquer estudante tenha acesso.

8 REFERÊNCIAS

A história da Tecnologia na Educação. Disponível em: <<https://www.ambersistemas.com.br/historia-da-tecnologia-na-educacao/>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

ALABDULAKAREEM, E.; JAMJOOM, M. Computer-assisted learning for improving ADHD individuals' executive functions through gamified interventions: A review. **Entertainment Computing**, v. 33, n. January, p. 100341, 2020.

ARAÚJO, V. N.; CAMPOS, A. R.; MARTINS, W. Jogos educativos como ferramentas de apoio pedagógico para crianças com transtorno de déficit de atenção - hiperatividade. **Intercursos Revista Científica - Ciências Exatas**, v. 18, p. 121–130, 2019.

ARÔSO MENDES BARBOSA, C. M. A aprendizagem mediada por TIC: interação e cognição em perspectiva. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, v. 11, 2012.

AUGUSTO PAIXÃO, G.; GONÇALVES TEIXEIRA JÚNIOR, J. Fragilidades da formação dos professores de Química: (in)capacitação para o ensino de Química Orgânica. p. 957–970, 2021.

AVELAR, A. C. A motivação do aluno no contexto escolar. **Anuário de produções acadêmico-científicas dos discentes da Faculdade Araguaia**, p. 71–90, 2015.

BACHA, M. DE L. A Teoria da Investigação de C. S. Peirce. 1997.

BARBOSA, P. M. R. O Construtivismo e Jean Piaget. **Revista Educação Pública**, p. 14–16, 2022.

BATISTA, F. E. A. O uso das TIC na educação básica, técnica e tecnológica em relação aos alunos com necessidades educativas especiais. **Caderno Intersaberes**, 2020.

BERG, A.; ORRARYD, D. Representational challenges in animated chemistry: self-generated animations as a means to encourage students' reflections on sub-micro processes in laboratory exercises. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 20, p. 710, 2019.

BURGESS, M. A. The Effect of Supplemental Online Tutorials On Chemistry Comprehension in Students Diagnosed With ADHD. 2016.

BUSTAMANTE, C.; SCANLON, E.; CHINI, J. J. Supporting Students with ADHD in Introductory Physics Courses: Four Simple Steps for Instructors. n. 2013, p. 1–6, 2017.

CAMILLO, C. M. Neurociência e a aprendizagem no ensino Ciências. **Research, Society and Development**, v. 2021, p. 1–10, 2021.

CAMPOS, A. R. Uso de vídeos como ferramenta didática para o ensino de funções orgânicas no ensino médio. **Dissertação de Mestrado**, 2019.

DA, J.; CEDRAN, C. Equilíbrio: Jogo didático como estratégia de balanceamento de equações químicas para alunos com déficit de atenção. **Ludus Scientiae**, p. 1–13, 2020.

DILAWARI, K.; TRIPATHI, N. Strategies to improvise teacher tasking for children suffering from attention deficit hyperactive disorder (ADHD). **International Journal on Disability and Human Development**, v. 13, n. 1, p. 19–24, 2014.

DUPAUL, G. J.; WEYANDT, L. L.; JANUSIS, G. M. ADHD in the classroom: Effective intervention strategies. **Theory into Practice**, v. 50, n. 1, p. 35–42, 2011.

ETICHA, A. T. & OCHONOGOR, C. Assessment of undergraduate chemistry students' difficulties in organic chemistry. **University of South Africa**, p. 1–12, 2013.

FILM, I. An Introduction to Stop Motion Animation. n. 1154030, [s.d.].

FLEMING, S. A. Teaching Tools for Organic and Bio-Organic. 2013.

GABRIELA, B.; PEREIRA, N. Ensino de química e inclusão : pensando outramente as práticas pedagógicas docentes. **Pesquisa em ensino**, v. 4, 2018.

HART BARNETT, J. E. Helping Students with ADHD in the Age of Digital Distraction. **Physical Disabilities: Education and Related Services**, v. 36, n. 2, p. 1–7, 2017.

HERZ, M. O livro “Os botões de Napoleão”: produção de vídeos a partir da técnica Stop Motion. 2021.

IMERAJ, L. et al. The impact of instructional context on classroom on-task behavior: A matched comparison of children with ADHD and non-ADHD classmates. **Journal of School Psychology**, v. 51, n. 4, p. 487–498, 2013.

JOHNSTONE, A. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 7, n. 1, p. 75–83, 1991.

KAUARK, F. DA S.; SILVA, V. A. DOS S. Dificuldades de aprendizagem nas séries iniciais do ensino fundamental e ações psico & pedagógicas. **Revista Psicopedagogia**, v. 25, n. 78, p. 264–270, 2008.

LEME, L.; MARIA, R.; COUTO, D. S. O olhar atento: design a serviço de pessoas com TDAH. 2019.

LINASK, L. Vygotsky's natural history of signs. **Sign Systems Studies**, v. 47, n. 1–2, p. 257–304, 2019.

LIU, C. et al. Neuroscience and learning through play : a review of the evidence. **The LEGO Fondation**, n. November, 2017.

LOU, S. J. et al. Improving the effectiveness of organic chemistry experiments through multimedia teaching materials for junior high school students. **Turkish Online Journal of Educational Technology**, v. 11, n. 2, p. 135–141, 2012.

MAIA, M. I. R.; CONFORTIN, H. TDAH e aprendizagem: um desafio para a educação. **Revista Perspectiva**, v. 39, n. 148, p. 73–84, 2015.

MALLMANN, C. S. **Influência do jogo Reversi na memória de trabalho em alunos com diagnóstico de TDAH**. [s.l.] UFSC, 2012.

MARIA, C.; PESSOA, M. N. A inserção das TIC na educação inclusiva : desafios e possibilidades. **Colóquio Luso-Brasileiro de Educação**, p. 1–11, 2018.

MEDEIROS, D. P. **Apostila de semiótica.pdf**, [s.d.]. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2895111/mod_resource/content/1/Apostila de semiótica.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2895111/mod_resource/content/1/Apostila%20de%20semi%C3%B3tica.pdf)>

MENEZES, T. DE C. **Influências da neurociência cognitiva no ensino de Química: como os conhecimentos sobre atenção seletiva poderiam auxiliar na aprendizagem das funções orgânicas**. [s.l: s.n.].

MINER, DOROTHY L., ED.; NIEMAN, RON, ED.; SWANSON, ANNE B., ED.; WOODS, MICHAEL, E. **Teaching Chemistry to Students with Disabilities: A Manual for High Schools, Colleges, and Graduate Programs. 4th Edition**. [s.l: s.n.].

MULLIGAN, S. Classroom Strategies Used by Teachers of Students with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. **Physical & Occupational Therapy In Pediatrics**, v. 20, n. 4, p. 25–44, 2001.

PARMENTIER, R. J. **Signs' Place In Medias Res: Peirce's Concept of Semiotic Mediation**. [s.l.] ACADEMIC PRESS, INC., 1985.

PEREIRA, J. Neurociência e a produção de Vídeo Estudantil. n. 1992, 1995.

REES, S.; KIND, V.; NEWTON, D. Meeting the Challenge of Chemical Language Barriers in University Level Chemistry Education. **Israel Journal of Chemistry**, v. 59, n. 6, p. 470–477, 2019.

REIBER, C.; MCLAUGHLIN, T. F. Classroom Interventions: Methods to improve academic performance and classroom for students with attention-deficit/ hyperactivity disorder. **International Journal of Special Education**, v. 19, n. 1, p. 49–55, 2004.

SALAME, I. I.; PATEL, S.; SULEMAN, S. Examining Some of The Students' Challenges in Learning Organic Chemistry. **International Journal of Chemistry Education Research**, v. 3, n. 1, p. 6–14, 2019.

SANTOS, D. P. O Uso De Tic No Ensino De Química: Redefinindo Práticas Educativas Na Educação De Jovens E Adultos No Curso Técnico De Secretaria Escolar Do Ifg-Campus Anápolis. **Congresso Internacional de Educação e Tecnologias**, 2018.

SCHWAAB, D. R. **Motivação intrínseca e extrínseca nas aulas de educação física**. [s.l: s.n.].

SILVA, F. G. D. As Contribuições Da Semiótica Peirceana À Análise Sígnica Da Cartografia Tátil. **Signos Geográficos**, [s.d.].

SILVA, H. C. M. **O uso do vídeo como recurso didático para ensino-aprendizagem da radioatividade no ensino de Química**. [s.l: s.n.].

SILVA, J. C. Pressupostos da teoria semiótica de Peirce e sua aplicação na análise das representações em química. 2012.

SILVA, W.; COMARÚ, M. W. Materiais Didáticos inclusivos para o Ensino de Química : desafiando professores em formação. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2017.

SONNE, T. et al. An Assistive Technology Design Framework for ADHD. 2016.

SPARKS, H. Digital Technology and Inclusive Learning. **Encyclopedia of Educational Innovation**, p. 1–6, 2019.

STARCIC, A. I.; CANKARJEVA, E. Educational technology for the inclusive classroom. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, v. 9, n. 3, p. 26–37, 2010.

Teaching Chemistry to Students with Disabilities : A Manual for High Schools , Colleges , 4th Edition. [s.l: s.n.].

TEREZA, P.; NETO, R. N. O uso do Scratch como ferramenta para o ensino de Química Orgânica. **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, p. 145–164, 2020.

VERMAAT, H.; SCHANK, P. The use of animatios in chemical education. n. 1996, p. 430–441, 2000.

WATANABE, A.; BALDORIA, T. O vídeo como recurso didático no ensino de Química. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, p. 1–10, 2018.

YAKIN, H. S. M.; TOTU, A. The Semiotic Perspectives of Peirce and Saussure: A Brief Comparative Study. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 155, n. October, p. 4–8, 2014.