

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO PROF. ALBERTO CARVALHO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**CAMPUS DE ITABAIANA - DQCI**

**ANÁLISE DA LUDICIDADE NO ENSINO DE REAÇÕES DE SUBSTITUIÇÃO  
NUCLEOFÍLICAS EM HALETOS DE ALQUILA**

**JEOVANI FERREIRA SANTOS**

**ITABAIANA – SE**

**11/02/2021**

**JEOVANI FERREIRA SANTOS**

**ANÁLISE DA LUDICIDADE NO ENSINO DE REAÇÕES DE SUBSTITUIÇÃO  
NUCLEOFÍLICAS EM HALETOS DE ALQUILA**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado na disciplina Pesquisa em Ensino de Química II do Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para aprovação, conforme Resolução 055/2010 do CONEPE.**

**Orientador: Prof. Dr. Moacir dos Santos Andrade**

**ITABAIANA – SE**

**11/02/2021**

**JEOVANI FERREIRA SANTOS**

**ANÁLISE DA LUDICIDADE NO ENSINO DE REAÇÕES DE SUBSTITUIÇÃO  
NUCLEOFILICAS EM HALETOS DE ALQUILA**

Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina Pesquisa em Ensino de Química II.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Moacir dos Santos Andrade (Orientador)

Universidade Federal de Sergipe

---

Prof. Dr. Danilo Oliveira Santos

Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Heloísa de Mello

Universidade Federal de Sergipe

**ITABAIANA – SE**

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao professor Dr. Moacir dos Santos Andrade, o qual dedicou tempo e energia na promoção do meu desenvolvimento enquanto graduando em Química Licenciatura e na síntese desse trabalho como orientador.

Agradeço também a todos os alunos e alunas da disciplina Química dos Compostos Orgânicos I que participaram da pesquisa, permitindo a construção desse trabalho.

Agradeço ao professor da disciplina pesquisa em ensino de química I e II e aos meus colegas de turma que contribuíram no aperfeiçoamento das atividades desenvolvidas na elaboração da pesquisa e desse trabalho.

A todos vocês meu muito obrigado. Saibam que foram fundamentais na caminhada até aqui.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Imagens dos discos.....	18
Figura 2: Imagem do “Disco da Substituição” montado. ....	19

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Compreensão dos alunos frente aos fatores que afetam o desenvolvimento do mecanismo via $S_n1$ e $S_n2$ .....	23
Gráfico 2: Número de alunos que conseguiram identificar a via de mecanismo a partir dos reagentes e solvente utilizado. ....	24
Gráfico 3: Número de alunos que identificaram a via de mecanismo após a atividade de revisão.....	29
Gráfico 4: Domínio de conteúdo apresentado pelos alunos na justificativa do uso do solvente prótico na reação. ....	30

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: influência da atividade lúdica “Disco da Substituição” na aprendizagem. .... 31

## RESUMO

O processo de ensino aprendizagem para os conteúdos de reações de substituição nucleofílicas tem apresentado limitações quanto à possibilidade de compreensão de conceitos por alunos do curso de graduação em Química licenciatura. Com isso, esse trabalho foi desenvolvido no sentido de buscar alternativas para tornar o ensino mais dinâmico e que considere o aluno parte do processo, e assim diminuir as dificuldades enfrentadas por eles. Para isso, foi realizada uma atividade de revisão utilizando a ferramenta lúdica “Disco da substituição”. Os resultados foram satisfatórios, pois antes da atividade de revisão apenas um aluno conseguiu identificar os fatores que afetam as vias de mecanismo  $S_n1$  e  $S_n2$ , demonstrando não compreenderem aspectos como o efeito do solvente. Porém após a atividade quatorze alunos conseguiram explicar o efeito de solvatação, permitindo que mais alunos adquirissem a habilidade de identificação da via de mecanismo  $S_n1$  e  $S_n2$  para haletos de alquila secundários. Além disso, 100% dos discentes participantes da pesquisa consideraram o “Disco da Substituição” adequado para aplicação com alunos da graduação, como também afirmaram que os professores deveriam utilizá-la nas aulas. Por fim, é importante salientar que a ferramenta lúdica utilizada serviu como elemento motivador, visto que levou os alunos a participarem da aula fazendo perguntas e gerando discussões, mas também foi fundamental no processo de ensino aprendizagem, participando da construção do conhecimento e proporcionando aos alunos a possibilidade de realizar reflexões, comparações e organização do conhecimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino Superior,  $S_n1$  e  $S_n2$ , Atividade Lúdica

## Sumário

NOTAS INTRODUTÓRIAS .....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
1.2 Atividade lúdica.....	12
1.3 Atividade lúdica no ensino de Química.....	13
2. OBJETIVOS .....	16
2.1 Objetivo geral .....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	17
3.1. Contexto da pesquisa.....	17
3.2. Sujeitos da pesquisa.....	17
3.3. Instrumento de coleta de dados .....	17
3.3.1 Intervenção utilizando o “Disco da Substituição” .....	19
3.4 Instrumento de análise de dados.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
4.1 Análise de dados do questionário inicial .....	22
4.2 Aula de revisão utilizando o “Disco da Substituição” .....	25
4.3 Análise do Questionário avaliativo.....	28
5. CONCLUSÃO.....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
APÊNDICE I.....	37
APÊNDICE II.....	39
APÊNDICE III .....	40

## NOTAS INTRODUTÓRIAS

Já na disciplina de Fundamentos de Química Orgânica, primeira disciplina da graduação em Química Licenciatura do *campus* professor Alberto Carvalho voltada para o estudo dos compostos do carbono, percebi maior identificação com a área de Química Orgânica. Isso se deve a aspectos como o tipo de molécula estudado, a grande variedade de substâncias orgânicas sintetizadas pelos seres vivos, o estudo das reações orgânicas envolverem a avaliação da quebra e formação de ligações a partir das características dos átomos presente nos reagentes, estudar compostos responsáveis pelo sabor e cheiro de alimentos e cosméticos, e por acreditar que ela é a área mais conectada com a vida e o meio ambiente.

Todavia, o mesmo não acontecia com os meus colegas de curso. Eles a consideravam difícil, sendo que muitos apresentavam bastante dificuldade na compreensão dos conceitos. Diante disso, e pelo fato de que o trabalho de conclusão de curso deve ser voltado para o ensino, resolvi desenvolver a pesquisa voltada para o ensino de Química Orgânica com alunos da graduação.

Durante o desenvolvimento da pesquisa tive que enfrentar alguns dilemas quanto a minha personalidade e a relação com o ensino de Química. Sempre tive dificuldades de me expressar em público e por isso, durante o curso, me sentia mais confortável realizando atividades relacionadas às outras áreas da Química, sempre duvidei da minha capacidade de ensinar outras pessoas e de executar de maneira sublime as metodologias propostas para o ensino.

Diante disso, durante a realização das atividades de pesquisa pude desenvolver um maior grau de autoconfiança, pude perceber aspectos que podem melhorar na minha prática docente, conhecer mais sobre as metodologias de ensino, vencer alguns medos e estabelecer um maior laço profissional com a sala de aula.

Por fim, digo que as atividades de pesquisa permitiram me descobrir como professor, algo que até então não havia ocorrido. Além disso, me ajudou a perceber o processo contínuo de aprendizagem pelo qual os professores são submetidos, a importância da reflexão na prática docente e a importância da formação continuada.

## 1. INTRODUÇÃO

A Química Orgânica é considerada difícil devido a suas características intrínsecas de necessidade de domínio conceitual e de linguagem, além de exigir habilidades de visualização nas três dimensões e manipulação mental das moléculas (NASCIMENTO; FILHO, 2013; ROQUE; SILVA, 2008; REZENDE; WARTHA 2015; RODRIGUES; DA-SILVA; QUADROS, 2011).

As dificuldades variam de aluno para aluno, no entanto, normalmente estão associadas à necessidade de se pensar de forma tridimensional, de aprender o novo vocabulário, conflito entre a natureza da ciência e os métodos de ensino utilizados, falta de percepção dos conhecimentos prévios dos alunos por parte dos professores, natureza abstrata e complexa dos conceitos, conteúdos volumosos e falta de consideração do nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos (ETICHA A. T; OCHONOGRO C, 2015).

Com relação ao conteúdo de reações de substituição nucleofílicas unimolecular ( $S_N1$ ) e bimolecular ( $S_N2$ ), um problema relacionado à aprendizagem é o fato de que apesar de os alunos reconhecerem as vias de mecanismos das reações, eles apresentam dificuldades em propor as explicações para ocorrência desses mecanismos através de linguagem escrita (BELINASO et al., 2009).

Nesse sentido, a maioria dos alunos não conseguem explicar a influência da estrutura do haleto, da força do nucleófilo e o tipo de solvente utilizado nesses procedimentos. O que ocorre devido à falta de compreensão das teorias estruturais e de sua linguagem, conhecimentos essenciais para o entendimento das reações em Química Orgânica (BELINASO et al., 2009; ETICHA A. T; OCHONOGRO C, 2015). Então, faz-se necessário buscar diferentes formas de ensino que possam ajudar no processo de aprendizagem e internalização destes conteúdos.

A partir disso, resolve-se investigar uma maneira de ensino que permita aos alunos diferenciar os mecanismos de reações de substituição em haletos de alquila secundários variando-se o nucleófilo e o solvente das reações, pois esse é um dos conteúdos que mais exige que o aluno domine essa habilidade.

Diante disso, o professor orientador desse trabalho me sugeriu usar a ferramenta lúdica “Disco da Substituição”, a qual foi desenvolvida por ALMEIDA; SANTOS (2018). Nesse trabalho, apesar dos autores conseguirem desenvolver a ferramenta de ensino já apresentada, eles não conseguiram realizar uma análise da sua eficiência no

processo de ensino e aprendizagem, então procura-se desenvolver essa pesquisa nessa perspectiva.

O uso de novas metodologias de ensino como as atividades lúdicas, pode ajudar nesse processo, pois:

O processo lúdico potencializa as diversas linguagens e afirmam sua eficiência desenvolvendo formas sutis de pensar, diferenciar, comparar, generalizar, interpretar, conceber possibilidades, construir, formular problemas e decifrar metáforas podendo assim quando aplicado no ensino colaborar para um processo mais crítico e criativo (CAMPOS et al., 2014, p. 243).

## **1.2 Atividade lúdica**

A ludicidade possibilita a apresentação de obstáculos e desafios a serem vencidos, fazendo com que o indivíduo atue em sua realidade, o que envolve o interesse e o despertar do indivíduo. Além disso, permite a socialização e a produção de prazer quando realizada, promovendo o raciocínio, reflexões, desenvolvimento da inteligência e da personalidade (CRESPO; GIACOMINI, 2011; SOARES, 2004; CHAGURI, 2006; CAMPOS et al., 2014; FILHO et al., 2012).

Dessa forma, as atividades lúdicas apresentam-se como importantes ferramentas de ensino, uma vez que o uso desse tipo de metodologia tem caráter cognitivista por meio de analogia com enfoque construtivista, podendo ser empregada como ferramenta formadora e informadora sobre várias temáticas (SOARES, 2004; CRESPO; GIACOMINI, 2011).

Por meio desse tipo de metodologia consegue-se realizar a chamada mudança de motivos pela realização da ação, na qual o indivíduo começa a realização de uma atividade por meio de um motivo paralelo e à medida que a faz o motivo passa a ser outro, o qual é chamado de motivo principal (SOARES, 2004; NETO; MORADILLO, 2016; NETO; PINHEIRO; ROQUE, 2013).

Quando se fala do uso de atividades lúdicas aplicada ao ensino, se refere ao fato que primeiramente o professor precisa chamar a atenção do aluno para ensinar os conceitos químicos. Dessa forma, a ludicidade age como sendo o motivo paralelo pelo qual o aluno se interessa pelos conteúdos apresentados pelo professor, e à medida que ele começa a desenvolver essa ação o motivo pelo desenvolvimento dela é trocado, e assim, o aluno passa a realizá-la com o intuito de aprender, o qual seria o motivo principal pela ação de estudar (SOARES, 2004; NETO; MORADILLO, 2016).

Considerando que é na ação que os motivos são gerados, o aluno torna-se motivado a aprender conforme interage com os conteúdos, motivo principal, mas para isso é necessário o motivo paralelo, o qual é desempenhado pela atividade lúdica (NETO; MORADILLO, 2016).

Para que essa mudança de objetivo seja alcançada o professor deve deixar claro para os alunos que o objetivo da atividade lúdica que seja trabalhada é o de ensinar os conteúdos químicos, os quais são prioridades na sala de aula. Além disso, a atividade deve estar dentro do equilíbrio entre função lúdica e função educativa (SOARES, 2004; NETO; MORADILLO, 2016; CUNHA, 2012).

Outro aspecto importante sobre esse tipo de metodologia é que como apresentado por NETO; MORADILLO (2016); NETO; PINHEIRO; ROQUE (2013) e GARCEZ (2014), baseado nos ideais de VIGOTSKI e da teoria da psicologia histórico-cultural, as atividades lúdicas, devido suas características intrínsecas, ajudam o professor a atuar na zona de desenvolvimento próximo (ZDP) dos alunos, o que facilita a aprendizagem de conceitos científicos, pois interfere na construção de conhecimentos superiores.

Contudo, o uso de atividades lúdicas e pesquisas voltadas para esse tipo de metodologia visando o ensino em nível de graduação ainda são pouco realizados. Apesar de pesquisas mostrarem que as atividades lúdicas são ótimas ferramentas de ensino e promove o aprendizado durante toda a vida do indivíduo, uma vez que esse tipo de metodologia propicia discussões e reflexões entre os alunos e entre aluno e professor permitindo que o ensino seja dinâmico (SOARES, 2004; SOARES; GARCEZ, 2017; MOSQUEIRA A. G; PEREA D. S. B, 2019).

Portanto, metodologias de ensino baseadas na prática de atividades lúdicas devem ser pensadas sempre colocando o conteúdo químico como foco principal, enquanto que a atividade lúdica servirá como atividade auxiliadora no processo de aquisição do conhecimento na sala de aula (NETO; MORADILLO, 2016).

### **1.3 Atividade lúdica no ensino de Química**

Segundo SOARES; GARCEZ (2017) pode ser considerada uma atividade lúdica qualquer atividade descrita como:

Atividades lúdicas podem ser descritas como livre, consciente, não séria, exterior a vida habitual, com desinteresse material de natureza improdutiva, que possui finalidade em si mesma, prazer (ou

desprazer), caráter fictício ou representativo, com limitação no tempo no espaço. Caso apresente regras explícitas e/ou implícitas é caracterizada como jogo (SOARES; GARCEZ, 2017, p.184).

Nesse sentido, o “Disco da Substituição” apresentasse como uma ferramenta lúdica, pois permite que o aluno de forma livre e não habitual realize reflexões, comparações e produza possibilidades quanto às reações de substituição nucleofílicas em haletos de alquila secundários.

Como exemplo de aplicação da ludicidade no ensino pode-se citar os jogos didáticos, os modelos moleculares, bexigas para representação de orbitais atômicos, histórias em quadrinhos, games, teatro, palavras cruzadas entre outras (CARVALHO et al., 2019; RAMOS et al., 2016; FILHO et al., 2011; RAMOS; SANTOS; LABURÚ, 2017; FOCETOLA et al., 2012; FILHO et al., 2008; SATURNINO; LUDUVICO; SANTOS, 2013; NETO; PINHEIRO; ROQUE, 2013; FERREIRA; SILVA, 2011).

Em relação ao uso de atividades lúdicas no que diz respeito ao ensino de Química, a literatura apresenta alguns trabalhos. No entanto, a maior parte deles são relatos de experiências de aplicação de material em turmas do ensino médio com subsequentes análises rasas e sem fundamentação teórica, o que acontece devido à área ainda estar se consolidando, desenvolvendo as suas bases teóricas (SOARES; GARCEZ, 2017).

Esse tipo de trabalho tem limitado o desenvolvimento da área pelo fato de focarem em tentar mostrar que as atividades lúdicas apenas ajudam a motivar o aluno, no entanto não conseguem fazer uma análise profunda e apresentar fatos que mostrem a eficiência dessas atividades na construção do conhecimento químico e que de fato ajudem aos alunos a aprender o conhecimento da disciplina (GARCEZ, 2014; NETO; MORADILLO, 2016; SOARES; GARCEZ, 2017).

Os principais conteúdos abordados nos materiais didáticos nesses trabalhos são tabela periódica, elementos químicos, ácidos e bases e compostos inorgânicos. Já para química orgânica são os conteúdos de nomenclatura e funções orgânicas (SOARES; GARCEZ, 2017; SILVIA; SANTOS; SAMPAIO-SILVA, 2016; CARVALHO et al., 2019; PIRES et al., 2018; SANTOS et al., 2016).

Quanto ao uso de atividades lúdicas voltadas para o ensino de química orgânica, a literatura apresenta os jogos organocranium, organobingo, organomemória, memória orgânica, pistas orgânicas, quimigude, dominó da química orgânica, tabuleiro da

química orgânica e macro modelos moleculares, entre outros. A maioria deles é utilizada para ensino do conteúdo de funções orgânicas (CAMPOS et al., 2014; FILHO et al., 2012; SANTOS et al., 2016; CARVALHO et al., 2019).

Dessa forma, o presente trabalho apresenta-se como uma alternativa na busca por conhecimentos inovadores nessa área uma vez que a literatura é escassa com relação a propostas de ensino dos conteúdos de reações orgânicas para alunos de graduação. Além disso, essa pesquisa poderá propiciar aquisição de conhecimentos que ajudarão na consolidação e desenvolvimento dos referenciais teóricos e conseqüentemente da área de pesquisa em atividades lúdicas no ensino de Química, a qual ainda está em processo de consolidação.

Considerando o fato de que apesar de no âmbito teórico já aceitar-se que tal ferramenta seja eficaz para a motivação discente e tenha potencial para atividades de ensino, o uso desse tipo de metodologia ainda gera dúvidas relativas á aprendizagem conceitual na comunidade escolar (SOARES; GARCEZ, 2017; GARCEZ, 2014).

O processo de ensino e aprendizagem é tido como uma atividade seria e controlada, herança de influências do cristianismo, enquanto que as atividades lúdicas muitas vezes podem ser vistas como diversão ou simplesmente brincadeira, desacreditando o uso dessas metodologias com finalidade de ensino, o que vai contra aos pensamentos dos pesquisadores da área, os quais acreditam que dá para aprender brincando (CUNHA, 2012; SOARES, 2004; SOARES; GARCEZ, 2017).

Desse ponto de vista, é importante lembrar que a pesquisa foi desenvolvida com alunos do curso de licenciatura, ou seja, futuros professores. Dessa forma, os resultados podem contribuir para o uso dessa metodologia no ensino superior e assim o uso de atividades lúdicas pode se propagar pelos demais níveis de ensino.

Diante disso, surge o questionamento como utilizar a ferramenta lúdica “Disco da Substituição” no ensino de reações de substituição nucleofílica do tipo 1 (Sn1) e 2 (Sn2) em haletos de alquila secundários de forma que permita um melhor aprendizado pelos alunos?

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Investigar o uso da ferramenta lúdica “Disco da Substituição” como forma de revisão e internalização do conteúdo de reações de substituição nucleofílica em haletos de alquila secundários com alunos da disciplina Química dos compostos orgânicos I do curso de licenciatura em química do *campus* Professor Alberto de Carvalho - UFS.

### 2.2 Objetivos específicos

- ✓ Analisar o conhecimento dos alunos em relação às reações de substituição nucleofílicas em haletos de alquila secundários construídos durante as aulas com o professor da disciplina.
- ✓ Realizar uma aula de revisão utilizando o “Disco da Substituição” como ferramenta lúdica.
- ✓ Aplicar um questionário investigativo para verificar a possível evolução na compreensão dos alunos sobre reações de substituição nucleofílicas em haletos de alquila secundários após a aplicação da atividade lúdica;
- ✓ Analisar como a ferramenta lúdica pode ter ajudado os alunos a aprender durante esse processo de revisão do conhecimento.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A pesquisa foi realizada considerando que cada indivíduo detém de uma forma única de aprender. Diante disso, o desenvolvimento dessa investigação se deu seguindo os parâmetros de uma pesquisa qualitativa, estruturada nos ideais de FLICK (2009), ou seja, buscou entender uma realidade específica baseado na abertura e flexibilidade do pesquisador.

#### **3.1. Contexto da pesquisa**

A pesquisa foi realizada com alunos do curso de Química Licenciatura do campus Professor Alberto Carvalho pertencente à Universidade Federal de Sergipe e situado na cidade de Itabaiana. Devido sua localização a maioria dos alunos tem origem no interior sergipano e cidades circunvizinhas do município do qual está situado.

#### **3.2. Sujeitos da pesquisa**

Os sujeitos de pesquisa foram alunos do curso de licenciatura em Química do campus professor Alberto Carvalho, da Universidade Federal de Sergipe, os quais estavam matriculados na disciplina de Química dos Compostos Orgânicos I do semestre 2019.2. A turma era composta por 21 alunos, os quais pertenciam a diferentes períodos do curso, assim como, alunos que já cursaram a disciplina mais de uma vez.

#### **3.3. Instrumento de coleta de dados**

A pesquisa é voltada para investigação da compreensão dos alunos acerca de conhecimentos científicos específicos, assim, optou-se pela utilização de questionários com questões abertas e fechadas, além das observações e gravação de áudio em campo no momento de aplicação da atividade lúdica como instrumentos de coleta de dados.

A partir de questionários compostos por um conjunto questões acerca de aspectos relacionados aos conhecimentos químicos necessários para compreensão das reações de substituição nucleofílicas (questionário inicial e avaliativo) e da aceitação e percepção dos alunos quanto ao uso da ferramenta lúdica “Disco da Substituição” no ensino desse conteúdo (questionário avaliativo), os quais foram submetidos ao grupo de participantes do estudo, foi possível realizar a pesquisa de forma rápida e garantiu-se o anonimato dos participantes, permitindo uma maior liberdade na expressão das suas

opiniões (JESUS W. S; LIMA J. P. M.; 2012). Além do que, essa é a forma com que eles estão acostumados a responder esse tipo de questões.

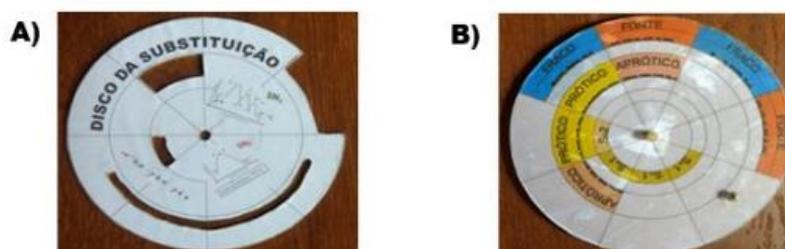
Já as observações permitiram identificar aspectos referentes ao comportamento dos participantes, como eles se posicionaram diante determinados temas e situações (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNADJER, 1998). Dessa forma, as observações e os dados obtidos por meio da transcrição de áudio gravado durante esse momento ajudaram a identificar as concepções dos alunos a respeito da ferramenta lúdica “Disco da Substituição” como também as ações em relação à construção do conhecimento durante sua aplicação.

A pesquisa foi realizada em três etapas. Primeiramente, foi realizada uma breve explicação de como ela seria desenvolvida e que se tratava de um procedimento para coleta de dados para trabalho de conclusão de curso. Em seguida, foi aplicado um questionário inicial (apêndice I) referente ao conteúdo de reações de substituição nucleofílicas.

Ele foi aplicado de forma individual, na turma de Química dos Compostos Orgânicos I no semestre 2019.2, na qual é trabalhado o conteúdo de interesse. Durante essa atividade participaram 19 alunos de um total de 21. A aplicação desse questionário foi feita para verificar o grau de apropriação do conhecimento que os alunos obtiveram com as aulas do professor da disciplina.

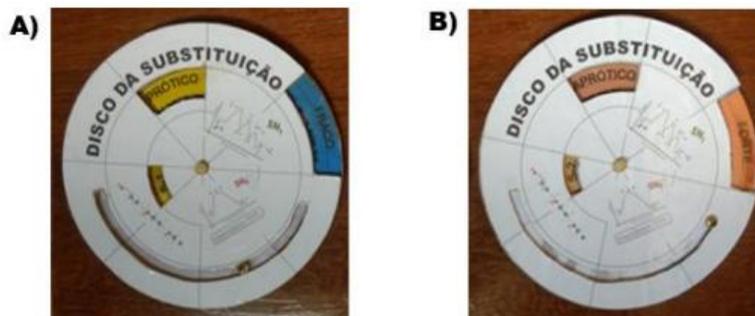
Posteriormente, se deu início à segunda etapa. Para isso, foi explicado como funciona a ferramenta lúdica utilizada nesse estudo, a qual foi apresentada por ALMEIDA; SANTOS (2018), como é mostrado abaixo:

Na confecção foi utilizado madeira para os dois discos, pois isso proporciona uma melhor durabilidade. Entre os discos foi colocado um eixo para dar um bom giro. Em seguida, com o auxílio do software de produção de imagens CorelDRAW X7 foram criadas duas imagens, uma para cada disco. No disco superior foi colocado o nome da ferramenta lúdica e algumas figuras ilustrativas, (Figura 1, A). O disco inferior foi plotado uma imagem com as informações: solventes (Prótico e Aprótico), tipos de reação (Sn1 e Sn2) e nucleófilos (forte e fraco), (Figura 1, B).



**Figura 1:** Imagens dos discos A) superior, B) inferior.

O disco superior possui aberturas que ao gira-lo e selecionar o tipo de solvente e nucleófilo, o “Disco da Substituição” mostra pelo qual mecanismo a determinada reação ocorre. Por exemplo, se for selecionado o solvente prótico e o nucleófilo fraco ele irá indicar que essa reação ocorre por mecanismo Sn1, como mostra a Figura 2, A. Ao selecionar o solvente aprótico e o nucleófilo forte ele indicará que essa reação ocorre por mecanismo Sn2, como mostra a Figura 2, B.



**Figura 2:** Imagem do “Disco da Substituição” montado: A) Exemplo na qual ele indica o mecanismo Sn1, B) Exemplo na qual ele indica o mecanismo Sn2 (ALMEIDA; SANTOS, 2018, p. 8).

### 3.3.1 Intervenção utilizando o “Disco da Substituição”

Para realização da intervenção, os alunos da turma foram separados em dois grupos, sendo que a realização da atividade ocorreu em horários distintos para cada grupo. No momento de intervenção, cada grupo formado a partir da divisão inicial sofreu uma nova divisão formando dois novos grupos, resultando em dois grupos para primeira aplicação e mais dois grupos para segunda aplicação, em que cada um desses grupos ficou com um “disco da Substituição”.

Após a divisão dos grupos, foi entregue um disco da substituição para cada grupo e logo após foi realizada uma breve explicação sobre o funcionamento da ferramenta lúdica “Disco da Substituição”. Em seguida, foi entregue, a cada aluno participante, uma lista de exercícios (apêndice II), a qual foi utilizada no intuito de gerar discussões e revisar o conteúdo de reações de substituição nucleofílicas.

Com isso, foi solicitado que os alunos, utilizando a ferramenta lúdica, tentassem responder o questionário de revisão, e à medida que eles fossem apresentando dúvidas ou não conseguissem realizar a atividade proposta, o pesquisador auxiliava, seja tirando dúvidas ou propondo novas discussões Como exemplo: o que ocorre ao trocar o solvente? Quais propriedades dele interferem na reação? O mecanismo continua o mesmo?

Esse tipo de discussão foi propiciado junto aos alunos durante a aplicação da atividade para que se criasse um ambiente que permitisse a construção do conhecimento de forma lúdica e que esta ferramenta pudesse proporcionar uma maior interação aluno-aluno e aluno-professor.

Nesse momento foram utilizados dois celulares (um próximo a cada grupo) para registro das falas dos alunos e do pesquisador, sendo que cada aplicação durou cerca de 1 hora e 30 minutos.

E por fim, a última etapa, a qual foi realizada através da aplicação de um questionário avaliativo (apêndice III), logo após a segunda etapa, com questões sobre as reações de substituição nucleofílica para verificar uma possível evolução no grau de compreensão e apropriação do conteúdo. Nesta etapa, houve a participação de 21 alunos.

O questionário foi aplicado de forma individual e os alunos não tiveram acesso à ferramenta lúdica para resolução dos exercícios. Além disso, ele também apresentou questões a fim de analisar a eficiência da atividade lúdica enquanto ferramenta de ensino e como ela interferiu na aprendizagem.

### **3.4 Instrumento de análise de dados**

A análise dos dados foi feita por meio da análise de conteúdo, a qual tem como objetivo fazer uma análise dos dados por meio de um conjunto de instrumentos metodológicos, em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos variados. Para isso, foi utilizada a categorização como técnica de análise, uma vez que permite uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo extraído dos dados obtidos a partir da pesquisa e de sua interpretação, possibilitando a classificação de informação em categorias (BARDIN, 2011).

Para análise dos dados foi realizada inicialmente a transcrição dos dados coletados através do questionário inicial, dos registros em áudio dos diálogos realizados durante a aplicação da atividade de revisão e do questionário avaliativo. Em seguida, foram realizadas as categorizações de acordo com o conteúdo das respostas dos alunos, como pode ser visto nos resultados e discussões.

No texto, durante a apresentação dos dados, os alunos são apresentados através de códigos para preservar o anonimato dos participantes. Cada etapa da pesquisa conta com um código diferente, sendo que na primeira etapa, aplicação do questionário

inicial, participaram 19 alunos, os quais são apresentados no texto por meio de letras maiúsculas do alfabeto.

Na segunda etapa, aula de revisão, participaram 21 alunos, os quais estão descritos no texto por meio de letras minúsculas do alfabeto, sendo que o aluno A é diferente do aluno a. Essa regra se aplica as demais letras.

Por fim, na terceira etapa, aplicação do questionário final, participaram 21 alunos, os quais estão descritos no texto por meio da letra A maiúscula do alfabeto mais um número, em ordem crescente de 1 a 21.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na busca de compreender a influência do uso da ferramenta lúdica “Disco da substituição” no processo de ensino aprendizagem para o conteúdo de reações de substituição nucleofílicas, em uma perspectiva de perceber a evolução da compreensão dos alunos quanto aos conceitos, esse trabalho foi desenvolvido em três etapas e buscou avaliar todo o processo de ensino aprendizagem como apresentado e discutido logo abaixo.

### 4.1 Análise de dados do questionário inicial

Na primeira etapa, buscou-se fazer um levantamento quanto aos conhecimentos químicos básicos (base forte e base fraca, solvente prótico e solvente aprótico e interações entre base, solvente e haleto) para o entendimento das reações Sn1 e Sn2 que os alunos já detinham.

A partir dos dados obtidos com o questionário inicial pode-se ter ideia de como os alunos se apropriavam dos conceitos anteriormente citados, adquiridos durante as aulas, e assim fazer um levantamento do grau de apropriação dos alunos com relação aos conceitos e fatores que influenciam as reações de substituição nucleofílicas.

Como pode ser observado por meio da questão 3, “*Algumas reações podem se desenvolver tanto por vias de mecanismo de uma reação Sn1 quanto por vias de mecanismo de uma reação Sn2, em qual tipo de haletos de alquilas isso pode ocorrer?*”, do questionário inicial, que 11 alunos reconhecem a dupla possibilidade de vias de mecanismo quando se trata dos haletos secundários.

Contudo, quando foi perguntado, “*Na seguinte reação qual solvente (prótico ou aprótico) deve ser utilizado para priorizar um mecanismo de reação via Sn1?*”



Constatou-se que 13 alunos perceberam a necessidade de se utilizar um solvente prótico quando se quer priorizar um mecanismo via Sn1, mesmo utilizando um haleto secundário e uma base forte como apresentado na resposta do aluno A “*prótico*” e do aluno C “*CH<sub>3</sub>OH*”.

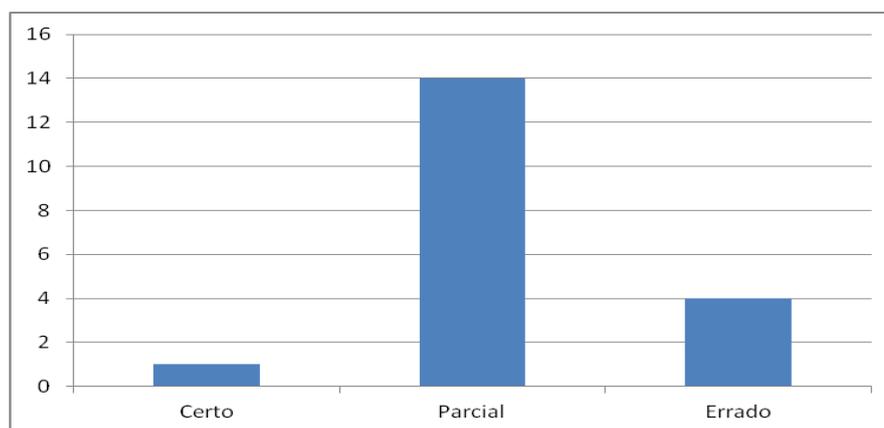
Além disso, é importante salientar que sete alunos utilizaram a fórmula química das substâncias para representar o solvente indicado na resposta. A exemplo disso podem ser citados os alunos E “*CH<sub>3</sub>OH.*”; N “*CH<sub>3</sub>O ou H<sub>2</sub>O*” e I “*CH<sub>3</sub>O*”,

sugerindo uma incompreensão dos conceitos de solvente prótico e aprótico. Como também, as respostas demonstram que alguns alunos não sabem a diferença na representação de um solvente e de uma base.

Isso pode ter ocorrido porque os alunos recordaram da reação que já foi trabalhada em sala de aula, porém não sabiam se os solventes etanol e água são apróticos ou próticos.

Ao analisar os dados para a questão 2, “*Quais fatores influenciam em uma reação de substituição nucleofílica?*”, do questionário inicial, observou-se que a maioria dos alunos tem conhecimento parcial a respeito dos fatores que influenciam o desenvolvimento do mecanismo via Sn1 e Sn2, como mostrado no gráfico a seguir:

**Gráfico 1:** Compreensão dos alunos frente aos fatores que afetam o desenvolvimento do mecanismo via Sn1 e Sn2.



**Fonte:** Autor, 2021.

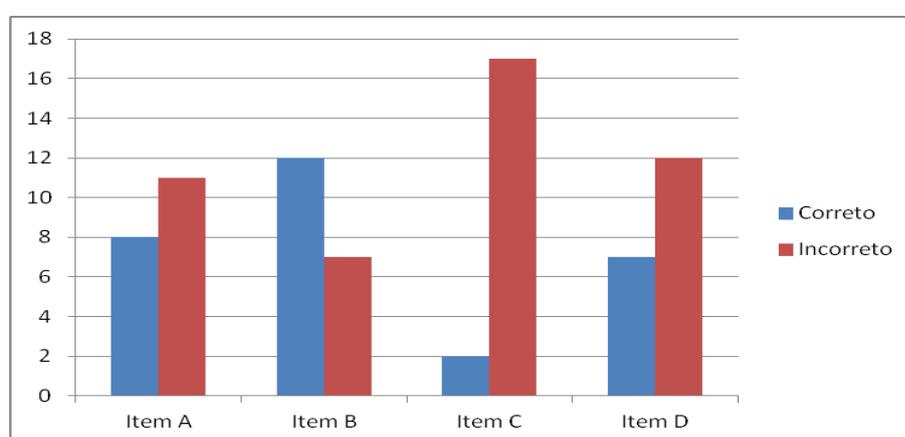
A maior parte dos alunos apresentou certo grau de entendimento do assunto, já que tiveram aulas com o professor da disciplina sobre Sn1 e Sn2. Contudo, ainda assim apresentaram confusões quanto a conceitos e fatores que influenciam as reações de substituição. Uma vez que, a maior parte dos alunos respondeu a questão com um nível parcial de compreensão dos conceitos, ou seja, conseguiram propor pelo menos um fator corretamente.

Isso pode ser verificado na resposta do aluno S “*Se o haleto de alquila é primário, secundário, ou terciário. Se o solvente é forte ou fraco, ou é volumoso.*”; aluno B “*Se tem um grupo volumoso, se há formação de carbocátion, o tipo de carbono envolvido se é primário, secundário ou terciário.*” e aluno A “*O nucleófilo, o solvente, a estereoisomeria da molécula.*”.

Essas afirmações tem grau insatisfatório, pois não apresentam a estrutura do haleto, a força da base e o tipo de solvente utilizado como fatores simultâneos que afetam o desenvolvimento das reações de substituição nucleofílicas.

Ainda no questionário inicial (questão 5, apêndice I), “Qual o tipo de reação (*Sn1* ou *Sn2*) ocorre em cada caso:”, quando se foi evoluindo a natureza científica das questões, pode-se observar que o maior número de respostas incorretas ocorreu no item c, o qual tem como reagente um haleto primário. Além disso, nota-se um alto número de alunos que não conseguem distinguir a via de mecanismo das reações *Sn1* e *Sn2* por meio de análise dos reagentes e solvente utilizado, como pode ser visto no gráfico 2.

**Gráfico 2:** Número de alunos que conseguiram identificar a via de mecanismo a partir dos reagentes e solvente utilizado.



**Fonte:** Autor, 2021.

Há um número relativamente alto de alunos que não conseguem determinar a relação entre estrutura do haleto, base e solvente no desenvolvimento das reações. Isso é verificado pela variação do número de acertos a depender dos reagentes e solventes utilizados (item A, *Sn1*; B, *Sn2*; C, *Sn2* e D, *Sn1*).

Além disso, o item B é o único que apresenta mais acertos do que erros. Talvez isso represente o fato de que os alunos já tiveram contato com algumas das reações propostas em aula ou porque o item B é o único que apresenta um solvente aprótico, o qual não reduz a nucleofilicidade da base forte utilizada.

Nesse caso, os alunos que não percebem a influência da solvatação da base pelo solvente no desenvolvimento da reação conseguem determinar o mecanismo analisando apenas o haleto e a base.

Outro aspecto que chamou a atenção é o fato de que o item C apresentou o maior número de respostas incorretas. Um resultado não esperado, visto que em haletos

primários ocorrem apenas reações via mecanismo  $S_N2$  e assim seria mais fácil de identificar se comparados com os haletos secundários, que têm as duas possibilidades,  $S_N1$  ou  $S_N2$ . Diante disso, sugere-se que os alunos não conseguem aplicar esses conhecimentos.

#### 4.2 Aula de revisão utilizando o “Disco da Substituição”

Durante a aplicação da atividade ficou perceptível a dificuldade de alguns alunos em reconhecer a força da base e o que caracteriza um solvente prótico ou aprótico. Como pode ser visto a seguir:

Diálogo 1: ocorre entre os alunos f e e.

*“Aluno f: aí a gente tem um solvente, esse solvente é o quê? prótico é aprótico?”*

*Aluno e: esse daqui, ele é aprótico, mas como aqui e base forte,  $S_N2$ .*

*Aluno f: é uma base forte ou fraca?*

*Aluno e: forte.*

*Aluno f: uma base forte. Eu sei que isso daqui é uma  $S_N2$ , mas bote aí, aprótico, forte,  $S_N2$ . Esse vai ser  $S_N2$ ”.*

Diálogo 2: ocorre entre o pesquisador, o aluno j e o aluno l.

*“Pesquisador: vamos lá. Éééé, vamos lá! Para tentar tirar as dúvidas de vocês. Primeira questão, qual tipo de reação de substituição nucleofílica ( $S_N2$  ou  $S_N1$ ) ocorre em cada reação a seguir? Dê o mecanismo. Aí vocês utilizando o disco da substituição, qual o tipo da reação que vai ocorrer nesse item a?”*

*Aluno j: é o que? base forte, nucleófilo forte.*

*Aluno l: espere aê, tu coloque aí oh.*

*Aluno j: o problema é que eu não sei quando é que é prótico ou quando é aprótico, entendeu?”.*

Diálogo 3: ocorre entre os alunos d, c, e b.

*“Aluno d: tem que decora esses negócios tudinho aí, esses solventes.*

*Aluno c: água? É prótico.*

*Aluno c: se lembrando da água você lembra do resto. Tudo tem OH.*

*Aluno b: água é prótico? o OH é aprótico, né não?*

*Aluno c: não, você lembra o que tem OH”.*

Diálogo 4: ocorre entre os alunos j e l.

*“Aluno j: olhe, o nucleófilo é fraco e o solvente prótico, fraco e protico.*

*Aluno l: como é que eu sei quando é fraco?”.*

Os diálogos 2 e 4 demonstram claramente que os alunos ainda apresentam dúvidas relacionadas ao tipo de solvente e a força da base. Essa incompreensão está

diretamente relacionada à dificuldade de identificação das vias de mecanismo, como foi visto por meio dos dados do questionário inicial e também das observações.

Além disso, os diálogos 1, 2, 3 e 4 demonstram o papel de promoção da reflexão e de discussão entre os alunos e entre alunos e mediador desenvolvido pela atividade proposta.

Esses momentos de discussões ocorriam sempre que os alunos eram estimulados a responderem as atividades de revisão utilizando o “Disco da Substituição”, pois para fazer as combinações entre base e solvente e obter o resultado por meio da ferramenta lúdica era preciso saber se o solvente era prótico ou aprótico e se a base era forte ou fraca. Dessa forma, eles se sentiam desafiados a participarem da aula e responderem as questões.

Com isso, foi possível trabalhar, também, o efeito dos solventes sobre as bases e assim apresentar o conceito de solvatação de forma que os alunos estivessem motivados e envolvidos na construção do conhecimento.

Diante disso, verifica-se o potencial da ferramenta lúdica na promoção da reflexão, de estímulos para que os alunos criem hipóteses, realizem comparações, generalizações e interpretações. São essas inferências realizadas pelos alunos que promovem a aprendizagem (CAMPOS et al., 2014; SOARES, 2004).

Outro aspecto a ser analisado é a apropriação dos conceitos na explicação das vias de mecanismo. Para isso é apresentado os seguintes fragmentos:

Diálogo 5: ocorre entre o pesquisador, aluno a e b.

*“Pesquisador: E aí, nesse primeiro caso, Sn1 ou Sn2?”*

*Alunos a e b: Sn2.*

*Pesquisador: Sn2, por que Sn2?*

*Aluno a: porque a base é forte e o solvente é prótico”.*

Esse fragmento refere-se ao item a da primeira questão do exercício de revisão, no qual é utilizado como solvente o dimetilsulfóxido (DMSO), solvente aprótico. Outro ponto é o não uso de aspectos relacionados às interações entre o solvente e a base, questões fundamentais no entendimento das reações.

Diálogo 6: ocorre entre o pesquisador, o aluno o, j, k e n.

*“Pesquisador: tudo bem, vamos lá. Qual a interação, primeiramente, da base com o solvente? No caso aprótico e no caso prótico?”*

*Aluno o: não entendi nada, tô boiando.*

*Aluno j: é, não entendi.*

*Aluno k: ela é uma base forte, né?”*

*Pesquisador: vamos lá, né? Vocês não lembram de nada de solvatação, essas coisas?*

*Aluno j: não.*

*Aluno n: não, meu filho. Dê aula aí vá.*

*Aluno j: eu não lembro não, me perdoi.”.*

Os diálogos 5 e 6 correspondem as respostas dos alunos antes das discussões geradas durante a aula de revisão utilizando a ferramenta lúdica, logo no início da atividade. Em outro momento, após realizadas discussões quanto a influência do solvente no desenvolvimento das reações Sn1 e Sn2, utilizando o disco da substituição, o pesquisador faz a seguinte pergunta: *“Como que o solvente interfere nesse processo? Por que quando a gente utiliza um solvente prótico tem um mecanismo diferente?”.*

Com isso, os alunos começam a propor explicações utilizando aspectos relacionados às interações, como pode ser visto a seguir (diálogo 7) na resposta para pergunta anterior.

Diálogo 7: ocorre entre o pesquisador, aluno a, b, i e h.

*“Aluno a: eu acho que é por causa da solvatação.*

*Aluno b: é a solvatação mesmo.*

*Pesquisador: solvatação, sim.*

*Pesquisador: Gente, vocês, por que o uso do solvente influencia para que ocorra Sn1 e Sn2?*

*Aluno h: porque o prótico doa o hidrogênio. Eu acho que é isso rsrs.*

*Aluno i: mas o solvente, ele não só solvata não? Ele só vai impedir o ataque da base não?*

*Aluno h: sei lá”.*

Já partindo para o final da aula percebe-se a evolução no grau de apropriação dos conceitos e uso deles na explicação dos mecanismos de reação. Nesse momento os alunos já começam a utilizar os conceitos de solvente prótico e aprótico com maior domínio, identificar a base forte ou fraca e relacionar as interações do solvente e da base com as explicações para Sn1 e Sn2, como é visto a seguir ( diálogo 8 ).

Diálogo 8: ocorre entre o pesquisador, aluno a e b.

*“Pesquisador: bom, de novo, utilizando o disco da substituição, qual o mecanismo que vai ocorrer no item c?*

*Aluno a e b: Sn1.*

*Pesquisador: e aí, por quê?*

*Aluno a: porque ele é um solvente prótico (alunos: prótico) e o negocio lá tá carregado negativamente, quer dizer que é uma base forte (outros alunos: forte), que é um bom nucleofio, mas a água taca em cima e fica difícil de doar os elétrons”.*

Ainda com relação aos dados da aplicação da atividade de revisão notou-se que à medida que os alunos realizavam a atividade o intuito deles em utilizar o “Disco da substituição” eram em perceber a relação estabelecida entre o solvente e a base utilizados no desenvolvimento dos mecanismos Sn1 e Sn2 chegando a fazerem constatações do tipo:

*Aluno j: Sempre que for prótico é Sn1. Olhe aqui! Prótico e forte, Sn1. E prótico e fraco, Sn1. Então, sempre que for um solvente prótico nós temos que está relacionado a reação do tipo 1.*

Esse fragmento de texto demonstra que o objetivo do aluno realizar a atividade é aprender e não apenas realizá-la por curiosidade por se tratar de uma novidade na sala de aula. Ele compreende que através do “Disco da Substituição” pode adquirir informações importantes para resolver a atividade e quando sente necessidade ele a usa. Assim, foi possível realizar a mudança de motivo pela realização da atividade de acordo com NETO; MORADILLO (2016); NETO; PINHEIRO; ROQUE (2013).

De modo geral, o que pode-se observar com a realização da atividade foi que a maioria dos alunos já detinham algum conhecimento relacionado ao conteúdo, porém cometiam erros devido a confusão que eles faziam entre os conceitos de solvente prótico e aprótico e base forte ou fraca. Como também não compreendiam o efeito do solvente nas reações de substituição, o que também foi identificado com os dados do questionário inicial.

Além disso, a atividade de revisão utilizando o “Disco da Substituição” permitiu realizar a aula em uma perspectiva, na qual o aluno faz parte do processo de construção do conhecimento, utilizando os conhecimentos já adquiridos por eles e suas constatações a partir da interação com o instrumento lúdico.

### **4.3 Análise do Questionário avaliativo**

A partir da questão 7, “*Em poucas palavras fale o que você achou da atividade utilizando o disco da substituição.*”, do questionário avaliativo, pode-se fazer um levantamento acerca da aceitação da atividade lúdica disco da substituição pelos alunos. Sendo que 20 alunos responderam de forma positiva, com pode ser visto nas afirmações a seguir: Aluno A4 “*Bem pratico e muito intuitivo, muito bom de ensinar o conteúdo.*”; Aluno A5 “*Esta atividade permite com que o aluno identifique qual será o tipo de*

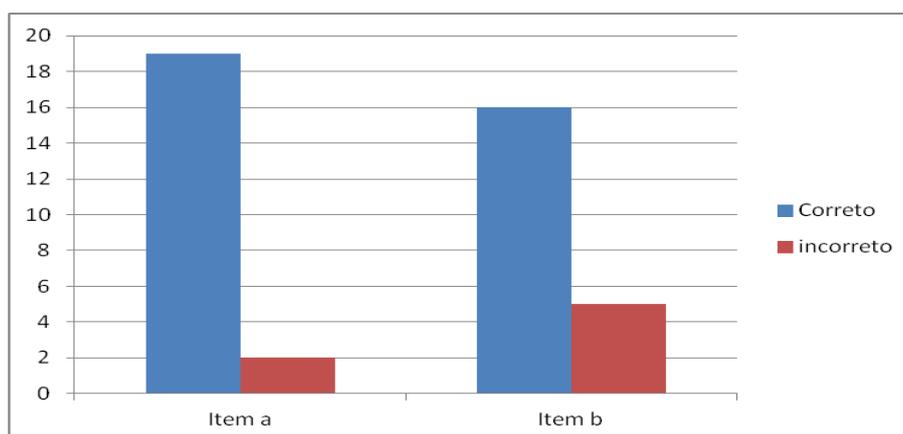
reação.”; Aluno A19 “Excelente ideia, possibilitou uma agilidade visual na identificação da resposta”. Com isso, apenas um aluno não respondeu.

Além disso, 21 alunos consideraram a atividade lúdica adequada para ser aplicada para graduandos (questão 5 do questionário avaliativo, apêndice III). Como também, 21 alunos afirmaram que o professor deveria utilizar essa atividade lúdica em sala de aula (questão 8 do questionário avaliativo).

Essa perspectiva é comprovada analisando as respostas dos sujeitos de pesquisa para questão 8 do questionário avaliativo. Entre eles, os alunos A6 “Eu acho que seria uma boa alternativa, visto que o aluno pode entender o assunto de forma mais simples e proporciona um interesse maior do aluno.”, A10 “Sim. Atividade lúdica ajuda o aluno com o conteúdo, além disso ele participará mais da aula, porque será uma aula bastante interativa.” e A3 “Às vezes, para fazer com que o aluno tenha um entendimento melhor do conteúdo, sem deixar que a explicação normal seja feita.”

Ao analisar os dados obtidos com as questão 3 do questionário avaliativo (apêndice III), “Qual o tipo de reação de substituição nucleofílica ( $S_n2$  ou  $S_n1$ ) ocorre em cada reação a seguir?”, Observa-se que houve um aumento significativo no número de alunos que conseguiram identificar as vias de mecanismos das reações, como pode ser observado no gráfico 3.

**Gráfico 3:** Número de alunos que identificaram a via de mecanismo após a atividade de revisão.



**Fonte:** Autor, 2021.

O gráfico 3 (item a,  $S_n1$ ; item b,  $S_n2$ ) sugere uma maior apropriação e aplicação dos conceitos e da relação entre haleto, base e solvente no desenvolvimento das reações. Com isso, a variação do número de alunos que acertaram os dois itens é pequena, além

do que nos dois casos houve uma quantidade expressivamente maior de acertos do que erros.

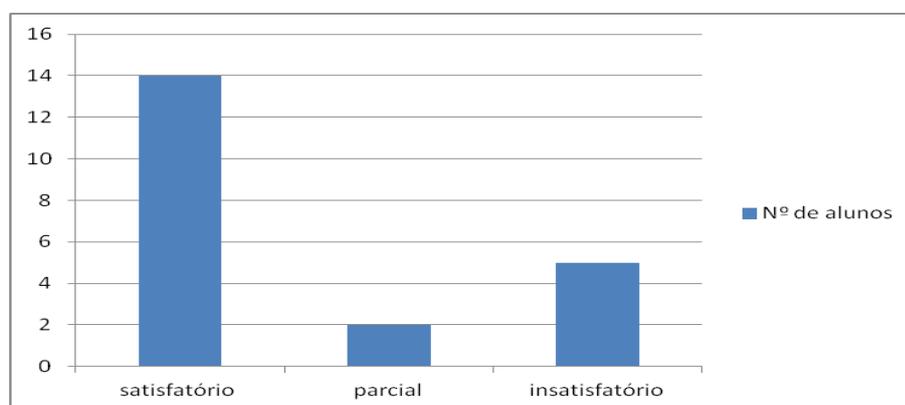
Além disso, os dados obtidos através da questão 2 do questionário avaliativo, “Na seguinte reação qual solvente (prótico ou aprótico) deve ser utilizado para priorizar um mecanismo de reação via  $S_N1$ ?



Demonstraram que 20 alunos indicaram a necessidade do uso do solvente prótico. Em comparativo com a mesma questão, a qual também foi aplicada no questionário inicial, percebe-se que houve um maior número de alunos que conseguiram identificar a necessidade de se utilizar o solvente prótico. Sugerindo uma aprendizagem do conceito e da aplicação do conhecimento, porém dois alunos ainda utilizaram a fórmula química para representar o solvente.

Outro ponto a ser analisado com relação à questão 2 do questionário avaliativo é que ela solicitava que os alunos explicassem a resposta. Observando-se que 14 alunos conseguiram explicar o uso do solvente prótico de forma satisfatória, como pode ser visto no gráfico 4.

**Gráfico 4:** Domínio de conteúdo apresentado pelos alunos na justificativa do uso do solvente prótico na reação.



**Fonte:** Autor, 2021.

A nível de exemplificação podem ser citadas as respostas dos alunos A7 “Protico, por conta que o solvente solvata a base e a base fica menos nucleofílica.”; Aluno A8 “Protico por causa da solvatação da base reduz a nucleofilidade favorecendo  $S_N1$ ” (exemplos satisfatórios); A17 “Protico porque é um  $S_N1$  e a base é forte” (exemplo parcial); A2 “Sim, pois o solvente protico e aprótico pode ser via  $S_N1$ .”; Alunos A1, A5 e A6 não explicaram (exemplo Insatisfatório).

Ao analisar o gráfico acima e a transcrição dos dados do áudio gravado durante o momento de aplicação da atividade percebe-se a evolução da aprendizagem do conceito de solvatação e do uso desse conceito na explicação das vias de mecanismo, sendo que no início da atividade de revisão nenhum aluno conseguiu explicar a influência dos solventes no desenvolvimento das vias de mecanismo  $S_N1$  e  $S_N2$ .

Além disso, no intuito de ampliar os métodos de avaliação da aprendizagem foi introduzido no questionário avaliativo as questões 4, “A atividade lúdica pode auxiliar na mediação do conteúdo de reações de substituição nucleofílicas em haletos secundários? ( ) Sim ( ) Não” e 6, “Você utilizou algum conhecimento adquirido a partir da atividade utilizando o disco da substituição para resolução das questões anteriores? Fale sucintamente sobre isso.” dando a oportunidade para que os alunos expressem a opinião deles.

Diante destas questões, 20 alunos afirmam que a atividade lúdica “Disco da Substituição” auxiliou na aprendizagem. Da mesma forma, 20 alunos dizem ter aprendido algum conhecimento com a atividade, realizando as seguintes afirmações: Aluno A8 “Sim. A parte dos solventes o porque que um favorece  $S_N1$  ou  $S_N2$ .”; Aluno A18 “Sim, graças a atividade eu pude visualizar melhor o efeito do solvente.”; Aluno A14 “Sim. Assimilação das bases fracas ou fortes e diferenciar quais solventes propicia  $S_N1$  ou  $S_N2$ ”.

Outro aspecto a ser apresentado são as perspectivas quanto ao modo como a ferramenta lúdica “Disco da Substituição” proporcionou a aprendizagem. Para isso, veja a tabela a seguir, a qual foi obtida como justificativa dos alunos em resposta ao motivo pelo qual eles consideram a atividade lúdica “Disco da Substituição” adequada para aplicação com alunos de graduação (Questão 5 do questionário avaliativo, apêndice III):

**Tabela 1:** influência da atividade lúdica “Disco da Substituição” na aprendizagem.

Aluno	Justificativa
A1 e A19	
A2 e A9	Ajuda bastante na identificação e organização dos solventes.
A3	Desenvolve o raciocínio do aluno e aprende melhor o conteúdo.
A4, A5, A6, A12, A13, A14, A15 e	Ajuda na assimilação e compreensão do conteúdo.

A21	
A7, A8 e A17	É uma ferramenta que ajuda a melhor fixar o conteúdo.
A10	Se a atividade envolver assuntos da graduação, ajudará muito.
A11	Porque ajuda no conhecimento de como pode passa para outros alunos quando estiver dando aula.
A16	É de extrema importância, já que ajuda aos alunos a tirar dúvidas.
A18	Pois, ajuda a visualizar melhor as reações fazendo assim o aluno pensa em possibilidades para fazer o mecanismo.
A20	Sim, pois independentemente o nível educacional, há sempre dificuldades em compreender novos conteúdos.

**Fonte:** Autor, 2021

A partir da análise dos dados da tabela acima sugere-se que a atividade lúdica cria condições de aprendizagem por meio da promoção do raciocínio, assimilação, organização e fixação do conteúdo.

A análise dos dados está de acordo com SOARES (2004); NETO; MORADILLO (2016); SOARES; GARCEZ (2017). A ferramenta lúdica “Disco da Substituição” atua como fator motivador, mas vai além disso, propiciando a aprendizagem por meio da promoção do raciocínio, da assimilação e organização dos conceitos através de comparações e reflexões realizadas pelo aluno sob orientação do professor.

Por fim, é importante salientar que quando questionados “como essa atividade poderia ser melhorada?”, questão 9 do questionário avaliativo, os alunos apresentaram como sugestão maior tempo para realização da atividade. Sugerindo em alguns casos o uso da ferramenta lúdica por um período maior de tempo e em um número maior de aulas.

## 5. CONCLUSÃO

Com a realização dessa pesquisa pode-se concluir que os sujeitos de pesquisa já detinham certo conhecimento quanto aos conceitos e influências dos reagentes envolvidos nas reações de substituição nucleofílica, mas eles ainda cometiam erros quanto à identificação e explicação das reações via mecanismo  $S_n1$  e  $S_n2$ .

Esses equívocos, muitas vezes, cometidos pelo fato de os alunos fazerem confusões quanto a conceitos como solvente prótico e aprótico, base forte e base fraca. Além disso, não compreendiam o efeito do solvente na promoção dos mecanismos.

Contudo, após a aplicação da atividade de revisão utilizando o “Disco da substituição” foi possível notar maior apropriação dos conceitos citados. Em especial, na aquisição e aplicação do conceito de solvatação, como foi demonstrado através da análise dos dados do questionário inicial, transcrição dos áudios gravados no momento de aplicação da atividade lúdica e questionário final.

Além disso, a partir dos dados obtidos sugere-se que a atividade lúdica realizada proporciona a aprendizagem criando um ambiente de motivação e construção do conhecimento com muito dialogo, permitindo que o aluno realize reflexões, comparações, organização e possa assimilar e fixar os conceitos estudados, o que promove a aprendizagem.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA C. S; SANTOS L. S. “Disco da Substituição”: Um jogo lúdico para auxiliar no processo de aprendizagem das reações de substituição nucleofílicas em haletos de alquila. Monografia (graduação em química licenciatura) Itabaiana: Universidade Federal de Sergipe - campus prof: Alberto carvalho, 2018.

ALVES-MAZZOTTI A. J; GEWANDSZNADJER F. O método das ciências naturais e sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa. Pioneira. São Paulo, 1998.

BARDIN L. Análise de conteúdo. 70 ed. São Paulo, 2011.

BELINASSO J; SILVA S. M; EICHLER M. L; SALGADO T. D. M; PINO J. C. Concepções de estudantes universitários sobre os conceitos fundamentais de química orgânica. VII Encontro nacional de pesquisa em educação em ciência (ENPEC). Florianópolis, 2009.

CAMPOS D. B; MELLO R; SILVA M. C; FAGUNDES A. B; PEREIRA D. Aprendizagem significativa com o lúdico no ensino de química orgânica: Estudo de caso. **InterSciencePlace**. Vol. 1. p.241-267, 2014.

CARVALHO C. V. M; SOARES J. M. C; CAETANO R. B. G; SILVA L. A. S. Ludicidade como mediação pedagógica: Desenvolvimento de um projeto voltado para química. **REnCiMa**. vol. 10. p. 191-205, 2019.

CHAGURI J. P. O uso de atividades lúdicas no processo de ensino/ aprendizagem do espanhol como língua estrangeira para aprendizes brasileiros. Universidade estadual de campinas- UNICAMP. Campinas, 2006.

CRESPO L. C; GIACOMINI R. As atividades lúdicas no ensino de química: Uma revisão da revista química nova na escola e das reuniões anuais da sociedade brasileira de química. VIII encontro nacional em educação em ciências (ENPEC). Campinas, 2011.

CUNHA M. B. Jogos no ensino de química: Considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**. vol. 34. p. 92-98, 2012.

ETICHA A. T; OCHONOGRO C. Assessment of undergraduat chemistry students' difficulties in organic chemistry. University of South Africa, 2015.

JESUS W. S; LIMA J. P. M. Pesquisa em ensino de química. CESAD. São Cristovão, 2012.

FERREIRA W. M; SILVA A. C. T. As fotonovelas no ensino de química. **Química Nova na Escola**. vol. 33. p. 25-31, 2011.

FILHO E. B; FIORUCCI A. R; BENEDETTI L. P. S; CRAVEIRO J. A. Palavras cruzadas como recurso didático no ensino de teorias atômicas. **Química Nova na Escola**. vol. 31. p. 88-95, 2008.

FILHO E. B; FIORUCCI A. R; OLIVEIRA N; SILVA P. S; BENEDETTI L. P. S. Na trilha da ciência: Uma atividade lúdica ao ar livre envolvendo o ensino de química. **Experiências em ensino de Ciências**. vol. 6. p. 7-15, 2011.

FILHO J. R. F. F; FREITAS J. C. R; SILVA L. P; MELO R. C. L. Brincoquímica: Uma ferramenta lúdico-pedagógica para o ensino de química orgânica. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação química da Bahia. Salvador, 2012.

FLICK U. Introdução a pesquisa qualitativa (tradução COSTA J. E.). 3 ed. Artmed. Poeto Alegre, 2009.

FOCETOLA P. B. M; CASTRO P. J; SOUZA A. C. J; GRION L. S; PEDRO N. C. S; LACK R. S; ALMEIDA R. X; OLIVEIRA A. C; BARROS C. V. T; VAITSMAN E; BRANDÃO J. B; GERRA A. C. O; SILVA J. F. M. Os jogos educacionais de cartas como estratégia de ensino de química. **Química Nova na Escola**. vol. 34. p. 248-255, 2012.

GARCEZ E. S. C. **Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: Um estudo da arte**. Dissertação (programa de pós-graduação em educação em ciências e matemática) Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2014.

GARCEZ E. S. C; SOARES M. H. F. B. Um estudo do estado da arte sobre a utilização do lúdico em ensino de química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência**. vol. 17. p. 183-214, 2017.

MORADILLO E. F; NETO H. S. M. O lúdico no ensino de química: considerações a partir da psicologia Historico-Cultural. **Química Nova na Escola**. vol. 38. p. 360-368., São Paulo, 2016.

MOSQUEIRA A. G; PEREA D. S. B. Incidencia de los recursos lúdicos em el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química orgânica I. **Educación Química**. vol. 30. p. 57-70, 2019.

NASCIMENTO G. M; FILHO M. A. B. Elementos estruturadores da química orgânica implícitos na argumentação de professores e alunos de graduação. IX Congresso internacional sobre investigación em didáctica de las ciencias. Girona, 2013.

NETO H. S. M; PINHEIRO B. C. S; ROQUE N. F. Improvisações teatrais no ensino de química: Interface entre teatro e ciência na sala de aula. **Química Nova na Escola**. vol. 35. p. 100-106, 2013.

PIRES D. A. T; NASCIMENTO L. A; MEDEIROS T. A; LOJA L. F. B. Quimi crush: atividade lúdica para o ensino de química orgânica. **Revista pratica docente (RPD)**. vol. 3. p. 625-642. Instituto Federal de Mato Grosso-campus confresa, 2018.

RAMOS E. S; SANTOS F. A. C; LABURÚ C. E. O uso da ludicidade como ferramenta para o ensino de química orgânica: O que pensam os alunos. **Actio**. vol. 2. p. 119-136. Curitiba, 2017.

RAMOS E. Z; TORRES L. M. O; GUZMÁN J. O. M; SALAZAR M. E. N; GONZÁLEZ R. G; ESPINOSA D. H; VILLARRUEL C. L. N; RITZ M. A; DÍAZ R. M. V; TORRES N. A. G; VÁZQUEZ R. I. C; HERNÁNDEZ A. D. G; AVIÑA K. A. P. Estrategias didácticas en la enseñanza-aprendizaje: Lúdica en el estudio de la nomenclatura química orgánica en alumnos de la escuela preparatoria regional Atotonilco. **Educación Química**. vol. 27. p. 43-51, 2016.

RODRIGUES S. B. V; Da-SILVA D. C; QUADROS A. L. O ensino superior de química: reflexões a partir de conceitos básicos para química orgânica. **Química Nova**. vol. 34. p. 1840-1845, 2011.

ROQUE N. F; SILVA J. L. P. B. A linguagem química e o ensino de química orgânica. **Química Nova**. vol. 31. p. 921-923, 2008.

SANTOS S. L. F; LIMA C. A; ALVES H. H. S; BARROS K. B. N. T. Abordagem de atividades lúdicas no processo de ensino-aprendizagem de química orgânica: uma revisão narrativa da literatura. **Ensino, Saúde e Ambiente**. vol. 9. p. 44-53, 2016.

SATURNINO J. C. S. F; LUDUVICO I; SONTOS L. J. Pôquer dos elementos do bloco s e p. **Química Nova na Escola**. vol. 35. p. 174-181, 2013.

SILVA A. L; SANTOS V. P; SAMPAIO-SILVA A. Uma proposta lúdica para o ensino de compostos orgânicos oxigenados. **Sientia Plena**. vol. 12. p. 1-12, 2016.

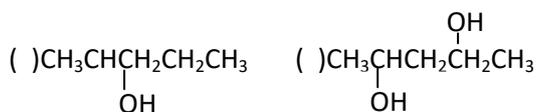
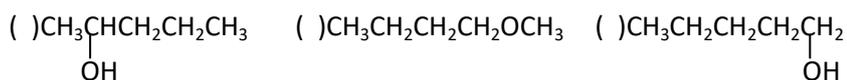
SOARES M. H. F. B. **O lúdico em química: Jogos e atividades aplicados ao ensino de química**. 2004. Tese (programa de pós-graduação em química) São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2004.

WARTHA E. J; REZENDE D. B. A elaboração conceitual em química orgânica na semiótica da perspectiva peirceana. **Ciência Educação**. vol. 21. p. 49-64. Bauru, 2015.

## APÊNDICE I

## QUESTIONÁRIO INICIAL

1. Qual (is) produto (s) são formados pela seguinte reação? (X)



2. Quais fatores influenciam em uma reação de substituição nucleofílica?

---



---



---



---

3. Algumas reações podem se desenvolver tanto por vias de mecanismo de uma reação Sn1 quanto por vias de mecanismo de uma reação Sn2, em qual tipo de haletos de alquilas isso pode ocorrer?

---



---



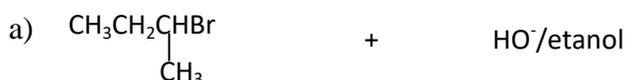
---

4. Na seguinte reação qual solvente (prótico ou aprótico) deve ser utilizado para priorizar um mecanismo de reação via Sn1?




---

5. Qual o tipo de reação (Sn1 ou Sn2) ocorre em cada caso:





6. Você tem alguma dificuldade com relação ao conteúdo de reações de substituição nucleofílica em haletos de alquila? Se sim, qual?

---

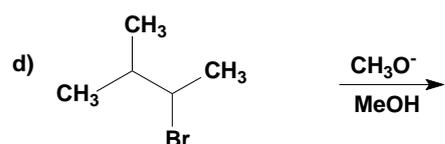
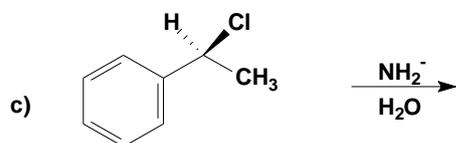
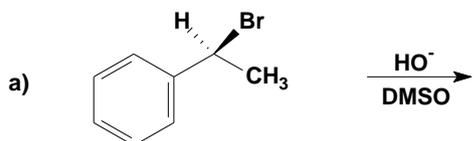
---

---

## APÊNDICE II

### QUESTIONÁRIO PARA REVISÃO

1. Qual o tipo de reação de substituição nucleofílica (Sn2 ou Sn1) ocorre em cada reação a seguir? Dê o mecanismo.



2. O 2-bromo-3-metilbutano quando reage com nucleófilo  $\text{NH}_2^-$  utilizando como solvente o  $\text{Et}_2\text{O}$  forma um produto com a configuração invertida. Contudo, quando se troca o solvente por  $\text{EtOH}$ , um dos produtos formado mantém sua configuração. Porquê?

3. Na seguinte reação qual solvente (prótico ou aprótico) deve ser utilizado para priorizar um mecanismo de reação via Sn1? Explique.




---

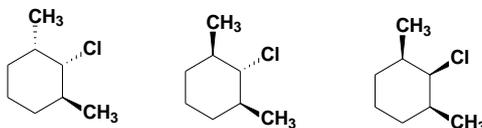


---



---

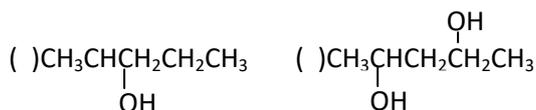
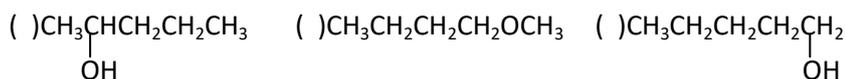
4. Qual dos compostos a seguir é de se esperar que seja mais reativo frente a uma reação do tipo Sn2? Explique sua resposta e em seguida coloque em ordem decrescente de reatividade frente a Sn2.



### APÊNDICE III

#### QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

1. Qual (is) produto (s) são formados pela seguinte reação? (X)



2. Na seguinte reação qual solvente (prótico ou aprótico) deve ser utilizado para priorizar um mecanismo de reação via Sn1? Explique.

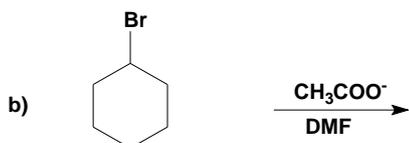
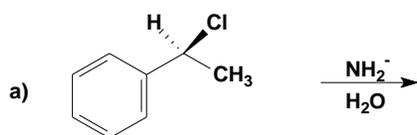



---



---

3. Qual o tipo de reação de substituição nucleofílica (Sn2 ou Sn1) ocorre em cada reação a seguir? Dê o mecanismo.



4. A atividade lúdica pode auxiliar na mediação do conteúdo de reações de substituição nucleofílicas em haletos secundários?

( ) Sim ( ) Não

5. Você acha a atividade lúdica adequada para ser aplicada com alunos de graduação? Justifique sua resposta

( ) Sim ( ) Não

---



---

6. Você utilizou algum conhecimento adquirido a partir da atividade utilizando o disco da substituição para resolução das questões anteriores? Fale sucintamente sobre isso.

---

---

---

---

---

7. Em poucas palavras fale o que você achou da atividade utilizando o disco da substituição.

---

---

---

---

---

8. Você acha que os professores deveriam utilizar essa atividade lúdica em sala de aula? Por quê?

---

---

---

---

---

9. Como essa atividade poderia ser melhorada?

---

---

---

---

---