



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

CAROLINE OLEINIK VEZÚ

**SALA DE AULA INVERTIDA:**  
UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA REAÇÕES ORGÂNICAS  
DE ADIÇÃO NO NÍVEL TÉCNICO

CAROLINE OLEINIK VEZÚ

**SALA DE AULA INVERTIDA:**  
UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA REAÇÕES ORGÂNICAS  
DE ADIÇÃO NO NÍVEL TÉCNICO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado de Química do Departamento de Química da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Dr. Marcelo Maia Cirino

Londrina  
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

VeZú, Caroline Oleinik .

Sala de aula invertida : : uma proposta de ensino para reações orgânicas de adição no nível técnico / Caroline Oleinik VeZú. - Londrina, 2017.

114 f. : il.

Orientador: Marcelo Maia Cirino.

Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Química, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Ação Mediada - Tese. 2. Reações Orgânicas - Tese. 3. TIC - Tese. I. Cirino, Marcelo Maia . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Química. III. Título.

Dedico este trabalho a todos aqueles  
que se interessam pelas Tecnologias  
de Informação e Comunicação e  
gostariam de utilizá-las em sua prática  
docente.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus e a virgem Santíssima por ter permitido com que eu tivesse condições de desenvolver esse trabalho.

Aos meus pais Clóvis e Vânia e minha irmã Melina por sempre estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis e acreditarem que era possível, mesmo com toda dificuldade que enfrentamos nesse período.

A uma pessoa muito especial que sempre me apoio e estava á disposição quando precisei, minha tia Angelita dos Santos.

Aos meus parceiros de caminhada do mestrado, pois sem eles não chegaria até o fim Eralciéli Terézio, David, Mirian, Ana Paula, Ronaldo Silva e Fernanda. E aos colegas que conheci na Universidade que sempre me auxiliaram e me incentivaram no caminho da pesquisa Willian e Patrícia.

A Vinícius Freaza, Moisés, Miriam Covre e Fabiele Dias pelas contribuições iniciais em relação ao tema da pesquisa.

A Priscila e Camila pelas contribuições durante o desenvolvimento desse trabalho.

Ao professor Marcelo Maia Cirino por todo o apoio, compreensão, incentivo e auxílio que prestou durante os 3 anos de amizade e parceria que construímos.

Por fim agradeço ao programa de Mestrado em Química pela oportunidade de pesquisar sobre algo que me agrada e aos doutores Ourides e Aguinaldo, que se disponibilizaram a estarem presentes para me auxiliar com suas contribuições enriquecedoras.

*“Milagres acontecem quando a gente  
vai a luta.” Sérgio Vaz*

VEZÚ, Caroline Oleinik. **Sala de Aula Invertida: Uma Proposta de Ensino Reações Orgânicas de Adição Para o Nível Técnico**. 2017. 114f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

## RESUMO

O presente estudo investigou como os estudantes de um Colégio público do Núcleo Regional de Educação de Londrina desenvolviam seu aprendizado utilizando a metodologia Sala de Aula Invertida através do conteúdo de Reações Orgânicas de Adição. Partimos de estudos que indicavam que a metodologia transmissão/recepção não tem gerado resultados satisfatórios no processo de aprendizagem, por isso resolvemos utilizar uma metodologia na qual o estudante se envolve diretamente com a tecnologia e é co-responsável por sua aprendizagem através de um processo coletivo. Os resultados permitiram o acompanhamento antes, durante e após a aplicação desse modelo de aula. Com isso, foi possível analisar como os estudantes relembavam conceitos importantes e evoluíam através da elaboração de significados. A interpretação final indica que quando se tem acesso a mais de uma ferramenta que permita com que o estudante esteja em contato com a informação e consiga convertê-la em conhecimento, ele tem motivação para chegar ao objetivo final, que é a aprendizagem.

**Palavras-chave:** Ação Mediada. Reações Orgânicas. Sala de Aula Invertida. TIC.

VEZÚ, Caroline Oleinik. **Flipped Classroom: A Proposal for Teaching Reactions Adding Organic To Technical Education**. 2017. 114f. Dissertation (Master's degree in chemistry – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017).

### **ABSTRACT**

This research investigated how students from a public school, located inside the Londrina's Regional Core of Education, developed their learning process using the Flipped Classroom methodology through the content about Organic Reactions of addition. We based our research in studies that talks about the transmission/reception methodology and its unsatisfactory results concerning the learning process. With this in mind, we decided to use a methodology where the students were directly involved with the technology and thus, they were co-responsible for their own learning through a collective process. The results allowed us the monitoring before, during and after the experience with this methodology applied in the classes, for instance, we could analyze how the students remembered important concepts and evolved with the elaboration of meanings. The final interpretation from this research points that when we have more than one tool to allow the student keep in touch with the information and then change it in knowledge, this student is motivated to achieve the main objective, the learning.

**Key words:** Flipped Classroom. ICT. Mediated Action. Organic Reactions.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Tendência de sofrer substituição .....  | 51 |
| Figura 2 – Equação da reação de cloração do metano .....   | 51 |
| Figura 3 – Halogenação: produção de isômeros .....   | 52 |
| Figura 4 – Halogenação de aromáticos .....   | 53 |
| Figura 5 – Ácidos nítrico e sulfúrico.....   | 53 |
| Figura 6 – Nitração de aromáticos .....  | 53 |
| Figura 7 – Sulfonação de aromáticos .....  | 54 |
| Figura 8 – Grupos alquila e acila.....   | 54 |
| Figura 9 – Alquilação de Friedel-Crafts.....   | 55 |
| Figura 10 – Acilação de Friedel-Crafts.....  | 55 |
| Figura 11 – Grupos ativantes e desativantes .....  | 57 |
| Figura 12 – Estrutura do carbocátion do Tolueno .....  | 58 |
| Figura 13 – Estrutura do carbocátion do Anisol. ....   | 59 |
| Figura 14 – Estrutura do carbocátion da Anilina protonada. ....  | 59 |
| Figura 15 – Hidrogenação catalítica .....  | 60 |
| Figura 16 – Cloração de alceno.....  | 61 |
| Figura 17 – Equação da reação obtida através da regra de Markovnikov .....                                     | 62 |
| Figura 18 – Hidratação de alceno .....   | 62 |
| Figura 19 – Hidrogenação catalítica em alcinos ( $\text{Ni}_2\text{B}$ ). ....                                 | 63 |
| Figura 20 – Hidrogenação catalítica em alcinos ( $\text{Li}/\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2/-78^\circ$ ). .... | 63 |
| Figura 21 – Adição de halogênios em alcinos (editada).....   | 64 |
| Figura 22 – Adição de haletos de hidrogênio em alcinos .....   | 65 |
| Figura 23 – Tautomeria ceto-enólica .....  | 65 |
| Figura 24 – Adição de água em alcinos (editada) .....  | 66 |
| Figura 25 – Forçando a adição do Benzeno.....  | 67 |
| Figura 26 – Ciclanos (editada).....  | 67 |
| Figura 27 – Conformações do ciclohexano .....  | 68 |
| Figura 28 – Substituição em Ciclanos (editada).....  | 68 |
| Figura 29 – Adição em Ciclanos (editada) .....   | 69 |
| Gráfico 1 – Análise dos dados obtidos .....  | 79 |
| Quadro 1 – Grupos Ativantes e Desativantes .....   | 56 |

|  |    |
|--|----|
| Quadro 2 – Categorias de Análise .....   | 71 |
| Quadro 3 – Análise das respostas do questionário inicial de cada estudante .....   | 73 |
| Quadro 4 – Análise das respostas do questionário final (para cada estudante) ..... | 76 |
| Quadro 5 – Análise das entrevistas (sobre as ferramentas culturais) .....          | 81 |
| Quadro 6 – Análise das entrevistas (referente à metodologia) .....                 | 82 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Quantidade de estudantes e as categorias, análise inicial..... | 72 |
| Tabela 2 – Quantidade de estudantes e as categorias, análise final .....  | 76 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|      |  |
|------|--|
| ATD  | Análise Textual Discursiva                       |
| TDIC | Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação |
| TIC  | Tecnologias de Informação e Comunicação          |
| TV   | Televisão  |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | 16 |
| <b>CAPÍTULO 01</b> .....  | 23 |
| 1.1 TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO .....   | 23 |
| 1.2 <i>FLIPPED CLASSROOM</i> – A SALA DE AULA INVERTIDA.....  | 25 |
| 1.2.1 Vantagens e Desvantagens da Sala de Aula Invertida .....                                      | 26 |
| 1.2.2 <i>Flipped Mastery Classroom</i> .....  | 26 |
| 1.3 YOUTUBE <sup>BR</sup> .....   | 28 |
| 1.4 GOCONQR.....  | 28 |
| 1.5 MICROSOFT POWERPOINT .....  | 29 |
| 1.6 WHATSAPP MESSENGER.....   | 29 |
| <b>CAPÍTULO 02</b> .....  | 30 |
| 2.1 TEORIA DA AÇÃO MEDIADA.....   | 30 |
| 2.2 METODOLOGIA PROPOSTA PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....                                    | 32 |
| 2.3 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA E ELABORAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS.....                                   | 33 |
| 2.3.1 Elaboração de Questionários .....   | 33 |
| 2.3.2 Análise Textual Discursiva .....  | 34 |
| 2.3.2.1 <i>Unitarização</i> .....   | 35 |
| 2.3.2.2 <i>Categorização</i> .....  | 35 |
| 2.3.2.3 <i>Construção dos metatextos</i> .....  | 36 |
| 2.3.2.4 <i>Um processo auto-organizado</i> .....  | 36 |
| <b>CAPÍTULO 03</b> .....  | 38 |
| 3.1 <b>PERCURSSO METODOLÓGICO</b> .....   | 38 |
| 3.1.1 Aulas piloto .....  | 38 |
| 3.1.1.1 Aulas piloto de adaptação - 1 .....   | 39 |
| 3.1.1.2 Aulas piloto de discussão - 2.....  | 41 |
| 3.1.1.3 Primeira aula piloto: Reações químicas dos alcanos.....                                     | 41 |
| 3.1.1.4 Segunda aula piloto: Substituição em aromáticos .....                                       | 42 |
| 3.1.1.5 Terceira aula piloto: Dirigência da substituição em aromáticos .....                        | 43 |
| 3.1.1.6 Quarta aula piloto: Realização do questionário final sobre reações<br>de substituição ..... | 43 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 3.1.1.7   | Quinta aula piloto: Revisão do conteúdo .....                                | 44 |
| 3.1.2     | Processo de pesquisa .....   | 45 |
| 3.1.2.1   | Aula 1: Adição em alcenos .....  | 45 |
| 3.1.2.2   | Aula 2: Reação de adição à alcinos .....                                     | 46 |
| 3.1.2.3   | Aula 3: Forçando a adição em aromáticos .....                                | 46 |
| 3.1.2.4   | Aula 4: Ciclanos: adição x substituição .....                                | 47 |
| 3.1.2.5   | Aula 5: Questionário Final .....   | 48 |
| 3.1.2.6   | A entrevista .....   | 48 |
| 3.2       | <b>CONTEÚDO QUÍMICO</b> .....  | 50 |
| 3.2.1     | Reações de substituição .....  | 50 |
| 3.2.1.1   | Primeira aula piloto: Reações químicas de alcanos .....                      | 50 |
| 3.2.1.1.1 | <i>Energia de dissociação de ligações</i> .....                              | 50 |
| 3.2.1.1.2 | <i>Halogenação do metano</i> .....   | 51 |
| 3.2.1.1.3 | <i>A Halogenação de alcanos pode produzir isômeros</i> .....                 | 51 |
| 3.2.1.2   | Segunda aula piloto: Substituição em aromáticos .....                        | 52 |
| 3.2.1.2.1 | <i>Halogenação</i> .....   | 52 |
| 3.2.1.2.2 | <i>Nitração e sulfonação</i> .....   | 53 |
| 3.2.1.2.3 | <i>Alquilação e acilação de Friedel-Crafts</i> .....                         | 54 |
| 3.2.1.3   | Terceira aula piloto: Dirigência de substituição em aromáticos .....         | 55 |
| 3.2.2     | Reações de Adição .....  | 60 |
| 3.2.2.1   | Aula 1: Adição em alcenos .....  | 60 |
| 3.2.2.1.1 | <i>Adição de hidrogênio (H<sub>2</sub>) ou Hidrogenação catalítica</i> ..... | 60 |
| 3.2.2.1.2 | <i>Adição de halogênios</i> .....  | 60 |
| 3.2.2.1.3 | <i>Adição de haletos de hidrogênio (HX)</i> .....                            | 61 |
| 3.2.2.1.4 | <i>Adição de água</i> .....  | 62 |
| 3.2.2.2   | Aula 2: Reação de adição à alcinos .....                                     | 62 |
| 3.2.2.2.1 | <i>Hidrogenação catalítica</i> .....   | 62 |
| 3.2.2.2.2 | <i>Adição de Halogênios</i> .....  | 64 |
| 3.2.2.2.3 | <i>Adição de Haletos de Hidrogênio (HX)</i> .....                            | 64 |
| 3.2.2.2.4 | <i>Adição de água</i> .....  | 65 |
| 3.2.2.3   | Aula 3: Forçando a adição em aromáticos .....                                | 66 |
| 3.2.2.4   | Aula 4: Ciclanos: Adição x substituição .....                                | 67 |
|           | <b>CAPÍTULO 04</b> .....   | 70 |
| 4.1       | <b>PRINCIPAIS RESULTADOS</b> .....   | 70 |

|       |  |           |
|-------|--|-----------|
| 4.1.1 | Categoriais.....   | 70        |
| 4.1.2 | Análise do Questionário Inicial .....  | 72        |
| 4.1.3 | Análise do Questionário Final.....   | 75        |
| 4.1.4 | Resultado Final e Discussões .....   | 79        |
|       | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>  | <b>85</b> |
|       | <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>87</b> |
|       | <b>ANEXOS.....</b>   | <b>91</b> |
|       | ANEXO A – Questionário final – Reações de substituição/ Levantamento sobre reações de adição ..... | 91        |
|       | ANEXO B – Reações de adição – aula 1 Atividade - Grupos .....                                      | 92        |
|       | ANEXO C – Reações de adição – aula 2 Atividade - Grupos .....                                      | 93        |
|       | ANEXO D – Reações de adição – aula 3 Atividade - Grupos .....                                      | 94        |
|       | ANEXO E – Reações de adição – aula 4 Atividade - Grupos .....                                      | 95        |
|       | ANEXO F – Questionário Final – Reações de Adição .....   | 96        |
|       | ANEXO G – Questionário Inicial do estudante E5 .....   | 97        |
|       | ANEXO H – Questionário Inicial do estudante E8 .....   | 97        |
|       | ANEXO I – Questionário Inicial do estudante E4.....  | 98        |
|       | ANEXO J – Questionário Inicial do estudante E3.....  | 98        |
|       | ANEXO K – Questionário Inicial do estudante E7 .....   | 99        |
|       | ANEXO L – Questionário Inicial do estudante E2.....  | 99        |
|       | ANEXO M – Questionário Inicial do estudante E6.....  | 100       |
|       | ANEXO N – Questionário Inicial do estudante E1 .....   | 100       |
|       | ANEXO O – Questionário final - E1.....   | 101       |
|       | ANEXO P – Questionário final – E6 .....  | 102       |
|       | ANEXO Q – Questionário final – E8.....   | 103       |
|       | ANEXO R – Questionário final – E7 .....  | 104       |
|       | ANEXO S – Questionário final – E5 .....  | 105       |
|       | ANEXO T – Questionário final – E4.....   | 106       |
|       | ANEXO U – Questionário final – E3 .....  | 107       |
|       | ANEXO V – Questionário final – E2 .....  | 107       |
|       | ANEXO X – Entrevista – E2 .....  | 108       |
|       | ANEXO Z – Equação que E2 fez na entrevista .....   | 109       |

|   |     |
|---|-----|
| <b>APÊNDICES</b> .....                                    | 110 |
| APÊNDICE A – Questionário de avaliação da turma.....      | 110 |
| APÊNDICE B – Questionário Inicial – Reações Químicas..... | 111 |
| APÊNDICE C – Entrevista .....                             | 112 |
| APÊNDICE D – Estruturas .....                             | 113 |



## INTRODUÇÃO

Iniciamos a graduação, no curso denominado na época de “Química Industrial”, da Universidade do Norte do Paraná (UNOPAR), em 2009, com a intenção de buscar a profissionalização na docência em Química, pois a grande inquietação que nos motivava era “por que a maioria dos estudantes da educação básica não gostava dessa disciplina?”. O curso oferecia duas habilitações, bacharel em Química Industrial e Licenciatura em Química. No quinto semestre havia a possibilidade de optar pelas duas habilitações, com a carga horária estendida. Por circunstância da época, acabamos nos transferindo do campus de Arapongas (PR) para o de Londrina (PR), na mesma universidade, e optamos apenas pela habilitação em Licenciatura.

Não tínhamos professores com mestrado e/ou doutorado nas áreas de Ensino de Ciências ou Química que ministrassem as aulas das disciplinas didático-pedagógicas, o que fez com que tivéssemos aulas com professores da psicologia, educação matemática e química orgânica. O investimento maior da Universidade era no curso de Química Industrial, deixando um pouco de lado a habilitação em Licenciatura. Por conta do acaso, ou podemos mesmo chamar de sorte, tivemos uma professora da área de Química Orgânica, que gostava muito do que fazia, valorizava demais a profissão e nos incentivava na busca por uma formação mais adequada, o que, de fato, fez com que muitos de nós, licenciandos à época, alçássemos voos em direção ao Magistério.

No último ano do curso, em 2013, tivemos contato com uma pessoa que trabalhava na área de produção de *softwares* educacionais e comentou que nessa área havia carência de pesquisas no Brasil, pois eles desenvolviam os programas, pessoas os testavam, mas eles não obtinham o *feedback* sobre essas utilizações em sala de aula, e nos sugeriu pesquisar mais profundamente sobre o tema.

No ano de 2014 iniciamos a pós graduação *lato sensu* na Universidade Estadual de Londrina (UEL) e cursamos também algumas disciplinas como aluno não regular no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da mesma Universidade, com o intuito de pesquisar sobre tecnologias aplicadas ao ensino, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), já que não possuíamos conhecimento algum sobre essa temática.

Infelizmente não encontrei um professor que pesquisasse nessa linha, todos tinham um conhecimento superficial sobre o assunto. Em agosto deste mesmo ano um professor recém chegado à UEL, o professor Marcelo, que ministrou uma aula em nossa turma sobre o uso de tecnologias educacionais e comentou que pesquisava na área. Isso fez com que nosso projeto mudasse, e tomasse a direção que queríamos. Naquele ano, nós pesquisamos sobre a utilização de um software educacional em situação real, de sala de aula, sobre a “solubilidade de sais”, com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, que nos proporcionou uma experiência muito gratificante e enriquecedora.

Esse trabalho fez com que nossa parceria se estendesse para o Programa de Pós-Graduação em Química, com a abertura da linha de Pesquisa em Tecnologia Educacional e Ensino de Química, onde nos inscrevemos e passamos a pesquisar juntos.

### **COMO SURTIU O TEMA?**

A proposta de pesquisar sobre a metodologia *flipped classroom* já nos interessava há algum tempo. Ela veio através do contato com um aplicativo que uma empresa de produção de softwares para a área educativa utilizava no desenvolvimento da *flipped* e percebemos que a introdução dessa metodologia na educação básica seria uma experiência bastante desafiadora. Pensamos então na possibilidade da aplicação da metodologia *flipped classroom* no ensino público, com os recursos disponíveis atualmente.

Inicialmente resolvemos fazer um levantamento teórico, uma revisão da literatura, sobre os trabalhos publicados em língua portuguesa referentes a essa proposta.

No segundo semestre de 2015 fizemos uma disciplina na pós-graduação, cujo trabalho de conclusão previa a elaboração de um artigo sobre um tema de interesse. Uma colega de turma e eu resolvemos escrever sobre esse levantamento e utilizamos os dados coletados no período de 2005 a 2015, nas revistas sobre educação e ensino, dos estratos da Capes (Sistema de Avaliação e Qualificação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) A1, A2, B1, B2, B3, B4 e B5. Utilizamos como ferramenta de corte a plataforma da SciELO. Encontramos apenas um artigo que abordava a *flipped classroom*, intitulado

*Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida*, de autoria de José Armando Valente, publicado em 2014 na edição especial de nº 04 da Educar em Revista, de Curitiba-PR. Não encontramos mais nenhum artigo, nesse período, mencionando essa metodologia, o que impulsionou ainda mais a vontade de pesquisar sobre o tema.

### **INQUIETAÇÕES...**

As inquietações relacionadas ao tempo que o professor tem para desenvolver seu trabalho em sala de aula são diversas. No ensino público regular, normalmente o professor dispõe de 2 horas-aulas semanais de Química com aproximadamente 50 minutos cada, para desenvolver um currículo extenso. Com esse curto período, muitos professores de Química têm indagado se é possível desenvolver um bom trabalho com os estudantes.

Além do fator relacionado ao tempo, outro parâmetro que vem sendo discutido em pesquisas educacionais é a pouca eficiência das aulas baseadas no modelo transmissão/recepção. Nesse proposta, o professor é o centro do processo de ensino-aprendizagem e o estudante, por sua vez, não tem voz nem protagonismo, não contribuindo para o processo de construção de seu conhecimento.

As novas gerações têm cobrado da educação um maior envolvimento tecnológico da escola, pois essa geração nasceu em plena era da sociedade da informação, os chamados “nativos digitais”. A expressão nativos digitais se referem aos estudantes que nasceram na era digital, ou seja, desde seu nascimento eles são inseridos em uma sociedade imersa em tecnologia e passam a maior parte do seu tempo no computador, vídeo game, televisão, celulares e outros aparatos tecnológicos. Os “imigrantes digitais”, como esse autor refere-se àqueles que nasceram antes desse momento tecnológico e que estão se “alfabetizando” tecnologicamente, por isso levam mais tempo para integrar-se as diversas tecnologias ofertadas, resistem a pensar que nativos digitais obtiveram modificações em seus “modelos de pensamento”. Dessa forma, os professores “imigrantes digitais” insistem em utilizar os mesmos métodos utilizados no passado, mas os estudantes “nativos digitais” são diferentes. Assim, não faz muito sentido, para esses estudantes, aulas na perspectiva de copiar da lousa ou do livro, já que para eles é

muito mais fácil fotografar, imprimir e fazer download de materiais de acesso rápido. Infelizmente a escola não tem dado retorno aos estudantes no que diz respeito à motivação e ao envolvimento numa dimensão mais próxima de suas aspirações (MARC PRENSKY, 2001).

### QUESTÕES DE PESQUISA

- A interação do estudante com a metodologia da sala de aula invertida e o acesso à tecnologia, sem a atividade em grupo, favorece o processo de aprendizagem?
- É necessário o desenvolvimento das atividades em grupo e das atividades individuais para que os estudantes se auto-avaliem em relação ao aprendizado durante o desenvolvimento da *flipped classroom*?

### OJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Em relação às indagações, surgiu a possibilidade de utilizarmos uma metodologia que maximizaria o tempo em sala de aula, onde o professor conseguiria desenvolver de maneira mais eficaz seu trabalho utilizando melhor o seu tempo para interagir com os estudantes e proporcionar interações estudante-estudante a fim de contribuir para o aprendizado. Com a sala de aula invertida pretendíamos permitir a exposição do conteúdo envolvendo as TIC através de vídeos e redes sociais, a realização das atividades com o auxílio do professor e dos colegas e o *feedback* das atividades.

Com a *flipped classroom*, o professor ofereceria aos estudantes um novo formato de aula. Além de inserir as TIC em sua prática docente, sem deixar totalmente de lado as aulas na perspectiva de transmissão/recepção, ele utiliza, também, de outras ferramentas auxiliares, de forma que diferentes tipos de estudantes sejam contemplados em suas variadas formas de aprendizagem. Abrir espaço para que os estudantes tenham voz no processo de aprendizagem, possam discutir, criar argumentos e desenvolver suas próprias respostas para as questões, com base nas teorias disponibilizadas via internet e materiais diversos. Consentir que os estudantes possam escolher a forma que irão fazer suas anotações e como vão consultá-las no momento da resolução das atividades. Dessa forma, pretendia-se desenvolver a motivação dos estudantes em relação às atividades.

Como o processo de ensino-aprendizagem é centrado no estudante, pretendia-se desenvolver a característica do trabalho coletivo, o “saber ouvir” o outro, a “negociação” de significados para se chegar a melhor resposta, avaliando que uma resposta sem base teórica pode prejudicar o colega, ou seja, quando um estudante não se envolvia com a temática da aula e interferia nas respostas do grupo para demonstrar participação, ele acabava prejudicando as discussões desse grupo.

### **OBSTÁCULOS QUE PODERIAM SURTIR**

Desde o princípio, nossa proposta era desenvolver a pesquisa numa (ou mais de uma) turma de Ensino Médio da rede pública, na disciplina de Química, por ser nossa área de formação específica. Os contratempos surgiram exatamente nesse ponto. Conversando com alguns pesquisadores, professores de Ensino Médio, lendo alguns materiais e avaliando nossa experiência e com outros professores, percebemos que nosso primeiro impasse seria em relação às atividades extra-classe que essa metodologia exige, pois existia uma grande possibilidade de os estudantes não colaborarem com a pesquisa. Decidimos então, que essa pesquisa deveria ser longitudinal, ou seja, não utilizaríamos apenas uma ou duas aulas no desenvolvimento da metodologia, buscaríamos desenvolver pelo menos um conteúdo todo, contando, ao menos, com 8 aulas, para que os estudantes obtivessem afinidade pela metodologia e com a finalidade de trabalharmos a importância da atividade extra-classe com os estudantes.

Além do foco nessas atividades, algo que nos incentivava era a possibilidade de contribuição para a prática de terceiros. O mais importante seria não apenas pesquisar e aprender sobre uma metodologia nova, que envolvia tecnologia, mas contribuir também para que qualquer professor da rede pública ampliasse suas possibilidades através dessa proposta. Tentamos estabelecer parceria com diversos professores, mas nenhum se dispôs a participar da pesquisa como membro integrante. Sempre alegavam não haver tempo suficiente em suas aulas para participar da preparação das atividades. Disponibilizavam suas turmas para a pesquisa mas não se comprometiam em participar da mesma. Depois de um longo período de tentativas, resolvemos iniciar a pesquisa, sem a parceria mas contando com o auxílio de nosso orientador, em uma das turmas que nos foram

cedidas como *locus* de pesquisa, já que nosso tempo era curto.

### SUJEITOS DA PESQUISA

Optamos por iniciar nossa pesquisa com o terceiro ano de um curso técnico em Química de uma escola da rede pública, do Núcleo Regional de Educação de Londrina – PR, ministrando a disciplina de Química Orgânica, para 22 estudantes, dos quais foram selecionados 8 estudantes para efetivamente participarem da investigação. Essa seleção constituiu no desenvolvimento de todas as etapas propostas pela pesquisa, que será discutida adiante.

No capítulo 1 desse trabalho desenvolvemos um breve comentário sobre Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), sala de aula invertida (*flipped classroom*) que foi a metodologia de ensino que utilizamos nesse trabalho, e falamos sobre alguns aplicativos e sites que nos auxiliaram nesse processo.

Os dados que não foram coletados na forma de texto, como as entrevistas, transcrevemos para a forma textual para que pudéssemos analisá-los a partir da Análise Textual Discursiva, juntamente com os questionários respondidos pelos estudantes, à luz da teoria da ação mediada de James Wertsch, ambas apresentadas no capítulo 2.

Fizemos um módulo de aula piloto para que os estudantes se adaptassem a metodologia, ministrando o conteúdo de Reações de substituição. Logo que os estudantes se adaptaram à forma como iríamos trabalhar, iniciamos a pesquisa trabalhando Reações de adição, com a colaboração de uma estagiária que estava presente na escola quando iniciamos a pesquisa e aceitou nos auxiliar e aprender sobre a metodologia. Descrevemos o percurso metodológico e o conteúdo químico no capítulo 3 desse trabalho.

No capítulo 4 apresentamos as categorias de análise dos dados obtidos na pesquisa, juntamente com as discussões que surgiram a partir das análises e suas conclusões.

Finalizamos nosso trabalho com as considerações que obtivemos de nossa pesquisa.

Desde o início, pretendíamos inserir a tecnologia como ferramenta de trabalho na prática docente e, desta forma, conduzir de forma otimizada a hora aula que é disponibilizada, para que o trabalho fosse melhor desenvolvido e com

melhor aproveitamento didático. Desenvolvendo a habilidade de mediação do professor seria possível incrementar a participação ativa dos estudantes com relação às atividades previstas para a sala de aula, desestimulando a passividade e a plácida recepção de informações, vistas por Bergmann e Sams (2012) como não incentivadoras do aprendizado.

## CAPÍTULO 01

### 1.1 TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Desde 1950 o computador vem sendo utilizado como ferramenta na educação, conforme afirma Valente (1999a). Segundo esse autor, inicialmente essa máquina era vista apenas como armazenadora e transmissora de informações, mas atualmente é utilizada das mais variadas formas possíveis, principalmente como ferramenta para auxiliar na construção do conhecimento.

A forma de se comunicar na escola preferencialmente é através da fala. Normalmente, o papel de “falar” cabe ao professor, à televisão, aos vídeos, etc. O estudante é o que menos fala. A informação é transmitida por meio da fala com a esperança de que o estudante armazene essa informação e aprenda (KENSKI, 2008).

De acordo com Valente (2014), as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), como ele prefere chamar, nos dão uma forma diferenciada de receber e acessar essa informação, uma forma bem mais rápida por sinal.

As Tecnologias de Informação e comunicação não dão apenas suporte tecnológico, conforme relata Kenski (2008):

As TICs não são apenas meros suportes tecnológicos. Elas têm suas próprias lógicas, suas linguagens e maneiras particulares de comunicar-se com as capacidades perceptivas, emocionais, cognitivas e comunicativas das pessoas (KENSKI, 2008, p. 38).

Contudo, Valente (2014) afirma, assim como Kenski (2008), que as TDIC podem ir além do acesso à informação através da internet, elas são um meio de troca de informação entre as pessoas, uma forma de se comunicarem socialmente e isso pode auxiliá-las na resolução de problemas ou qualquer outro assunto que desejarem.

Quando pensamos sobre a introdução das TIC na escola, a primeira análise que nos ocorre é sobre um currículo que permita essa introdução de forma efetiva. Valente (1999b), afirma que é preciso se desprender do currículo da escola tradicional para que haja um mínimo de eficiência na introdução das TIC. Para isso, o novo currículo deve ser construído pelo professor levando em conta o



desenvolvimento dos estudantes diante da temática abordada, para que possa nortear as atividades realizadas e não como forma única de tratar o conteúdo.

A escola atual se mostra, pelo menos sob o ponto de vista dos estudantes, mais desinteressante que a do tempo de nossos avós, pois a escola antiga era vista como um lugar de conhecimento e enculturação. Hoje os estudantes chegam à escola com uma quantidade de informação enorme, possuem acesso a essas informações através da televisão, TV a cabo, internet, etc. Mas, nem todas as informações disponíveis através desses meios interativos são produtivas. Chassot (2006) comenta que o fato de saber selecionar essa informação é a parte mais difícil do processo e, se a escola assumisse esse papel, ao invés de assumir o papel de censora, teria mais êxito em sua função.

O professor, nessa nova formatação escolar, detém um papel fundamental quando se trata de melhorar o ensino e aprendizagem, pois passará de único detentor do conhecimento para o papel de facilitador da aprendizagem. Ele auxiliará o estudante a resolver seus problemas e o ajudará a converter o conhecimento adquirido em algo aplicável à resolução desses problemas. Para isso, é importante que o professor conheça os estudantes e os incentive a refletir sobre como solucionar os questionamentos. O professor deverá atuar também como desafiador e incentivador das relações dos estudantes com os colegas, de tal modo que eles aprendam uns com os outros. Eventualmente, o professor transmitirá a informação ao estudante e, assim, trabalhará nos extremos, ora sendo o transmissor, ora permitindo que o estudante descubra sozinho como chegar mais próximo da resolução do problema. Assim, é importante que o professor questione constantemente o estudante e reflita juntamente com ele sobre os resultados do trabalho (VALENTE, 1999b).

Chassot (2006) reforça a ideia de Valente (1999b), afirmando que o professor informador, que é aquele que apenas transmite o conteúdo, tem seus dias contados e o que se espera do professor é que ele seja formador. Quando esse autor diz formador, ele se refere ao professor com as mesmas características que aponta Valente (1999b), ora transmissor, ora mediador e assim por diante.

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, como definidas por Valente (2014), são utilizadas para estudar o conteúdo e, algumas vezes, desenvolver exercícios, no modelo da sala de aula invertida ou *Flipped Classroom*.

## 1.2 **FLIPPED CLASSROOM - SALA DE AULA INVERTIDA**

A sala de aula invertida é um modelo pedagógico no qual a exposição do conteúdo e os trabalhos de casa, elementos típicos de um curso, são invertidos. Vídeos de curta duração são vistos pelos estudantes em casa antes da aula, enquanto o tempo em classe é dedicado a exercícios, projetos, ou discussões (EDUCASE, 2012).

Para Bergmann, Overmyer e Wilie (2012) a *Flipped Classroom* é mais do que a gravação de vídeos, ela promove a interação entre estudante e professor; é um ambiente onde os estudantes assumem a responsabilidade por sua própria aprendizagem; é uma mistura de instrução direta e aprendizagem construtivista e permite que o estudante visualize o conteúdo gravado, onde, como e quando quiser.

Têm-se notícias de haver discussões sobre a *flipped classroom* em meados da década de 1990, por Eric Mazur, na Univerdade de Harvard (MAZUR, 1991). Próximo aos anos 2000, Lage, Platt e Treglia relatam a experiência de dois professores de Microeconomia da Universidade de Miami, durante o ano 1996, segundo alguns trabalhos essa seria a primeira vez que a metodologia foi utilizada. Em 2004, Salman Khan começou a gravar vídeo-aulas, a pedido de sua prima, e disponibiliza-las na rede<sup>1</sup> e logo se tornaram um sucesso para milhares de estudantes (ALAVARCE, 2013)<sup>2</sup>.

Em 2007, Strayer relata a utilização do método em cursos de nível superior. Neste mesmo ano, os professores da “Woodland Park High School”, estado do Colorado (USA), Bergmann e Sams, tentando resolver o problemas dos estudantes que faltavam em suas aulas de Química, por conta das atividades extra curriculares que o colégio ofertava, atividades essas que envolviam jogos de vários esportes, resolveram gravar as aulas que ministravam para que esses estudantes pudessem acompanhar a turma em outros momentos. Dessa forma, observaram que mesmo os estudantes que iam às aulas começaram a assistir aos vídeos nas vésperas de exames para relembrar alguns conceitos. Observaram também, que a maior dificuldade dos estudantes não era na explicação sobre o conteúdo em sala de aula, mas em casa, enquanto resolviam as atividades.

---

<sup>1</sup> Ver em: [www.khanacademy.org](http://www.khanacademy.org).

<sup>2</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=rhAsw8uKl\\_M](https://www.youtube.com/watch?v=rhAsw8uKl_M).

Por fim, Sams propôs que invertessem essa lógica, que gravassem suas palestras explicando o conteúdo e os estudantes assistissem em casa onde eles não precisavam do auxílio do professor, resolvendo as atividades em sala de aula, para que o professor pudesse auxiliá-los (BERGMANN e SAMS, 2012).

### **1.2.1 Vantagens e Desvantagens da Sala de Aula Invertida**

As vantagens desse método são: o acesso ao conteúdo em seu tempo livre, a hora que desejar e da forma que desejar, pausando, assistindo quantas vezes quiser o vídeo, estando mais receptivo à informação, pois assistirá quando for de seu interesse; os estudantes recebem mais atenção do professor, conseguem tirar as dúvidas de forma individual, enquanto os outros desenvolvem as atividades o professor está disponível para visitar os grupos e auxiliá-los, além do auxílio dos colegas que dominaram melhor determinados conceitos; os aprendizes podem ser agrupados conforme afinidades, aptidões, dessa forma consegue-se um melhor resultado no desempenho do grupo; os materiais estão disponíveis para todos os estudantes acessá-los e revisá-los quando sentirem necessidade, inclusive para os estudantes que não comparecem às aulas (PLUNKETT (2014) *apud* ROLO (2015)).

Além de vantagens nesse processo podemos observar algumas desvantagens: assim como os estudantes que ignoram a exposição dos conteúdos nas aulas transmissivas, os estudantes envolvidos na sala de aula invertida podem, simplesmente, abrir o material e não assistir com a finalidade de, apenas, validar o acesso; alguns estudantes podem não querer auxiliar os colegas ou receber auxílio, podem entrar em atrito ao realizarem as atividades colaborativas; os estudantes faltosos podem pensar que por terem os materiais disponíveis não precisam assistir as aulas e isso resultará em um desnível muito grande em relação aos outros estudantes da classe (PLUNKETT (2014) *apud* ROLO (2015)).

### **1.2.2 Flipped Mastery Classroom**

Os estilos de aprendizagem ou *Mastery Learning* popularizada por Benjamin Bloom por volta de 1960, foi introduzido pela primeira vez na década de 1920. Observando as escolas, Bloom percebeu que apenas os estudantes que aprendiam mais rapidamente obtinham recompensa, ou seja, obtinham notas mais

altas (BERGMANN e SAMS, 2012).

Quando Bloom propôs que a *Mastery Learning* fosse desenvolvida, seu argumento era de que todos os estudantes podiam aprender a maior parte do conteúdo ensinado, mas cada qual em um ritmo de aprendizagem, de modo que, com esse método, o desempenho seria muito maior do que com o modelo tradicional (BERGMANN e SAMS, 2012).

A principal ideia sobre os estilos de aprendizagem é que cada estudante aprende conforme seu próprio ritmo. Ao invés de todos os estudantes trabalharem sobre os mesmos temas ao mesmo tempo, todos eles trabalhariam para objetivos pré-determinados (BERGMANN e SAMS, 2012).

A diferença na proposta de Bergmann e Sams (2012) é que esses professores aliaram a *Flipped Classroom* à *Mastery Learning*. Eles alegam que, em suas aulas, cada grupo de estudantes está envolvido em uma atividade diferente em momentos diferentes. Segundo eles, seus estudantes estão ocupados e envolvidos na sua aprendizagem. Enquanto alguns estudantes realizam experiências, outros assistem vídeos em seus dispositivos pessoais, outros trabalham em grupos, alguns interagem com o quadro branco, outros interagem com simulações on-line, alguns estudam em pequenos grupos, enquanto o professor conversa com todos, todos os dias. Se um deles ou grupo de estudantes está pronto para desenvolver um experimento, o professor discute com eles o ponto principal do experimento, os princípios fundamentais de segurança e o que eles devem ou não investigar.

Dessa forma, esses autores evidenciam que esse não é um trabalho simples, pelo contrário é cansativo, pois necessita que o professor mude constantemente o raciocínio. Deste modo, eles apresentam algumas características que o professor deve levar em consideração: deve ter domínio dos conteúdos, pois precisará movimentar seu raciocínio de um assunto para o outro e realizar conexões, além de uma compreensão que envolva todos os conteúdos; ele precisa admitir aos estudantes quando não sabe a resposta para a dúvida deles e deve estar disposto a pesquisar uma resposta juntamente com o aprendiz; o docente deve estar disponível para percorrer, de forma não linear, o desenvolvimento das aulas e entender que os estudantes têm diferentes ritmos de aprendizagem; por fim, ele deve ser capaz de permitir que os estudantes desenvolvam um papel ativo no processo de aprendizagem (BERGMANN e SAMS, 2012).

Ao realizarmos esse trabalho de pesquisa, utilizamos diversos

aparatos tecnológicos e redes sociais que nos permitiram entrar em contato com os estudantes durante esse processo. Para a criação dos vídeos utilizamos como principal aparato o Microsoft PowerPoint; para a postagem dos vídeos via internet utilizamos duas fontes de propagação o YouTube<sup>BR</sup> e a plataforma disponível on-line GoConqr; para nos comunicarmos com os estudantes durante os dias que foram desenvolvidos o trabalho, utilizamos a rede social WhatsApp Messenger.

### **1.3 YOUTUBE<sup>BR</sup>**

O YouTube é uma empresa do Google®, que foi criada em maio de 2005 para que as pessoas pudessem assistir e compartilhar vídeos de qualquer natureza (exceto da classificação XXX<sup>3</sup>). Ele atua como uma plataforma que distribui conteúdo original dos criadores e de anunciantes. Todos podem ter acesso a essa plataforma, bastando se cadastrar através de uma conta no Google® e navegar pelos milhares de vídeos postados nesse site<sup>4</sup>.

### **1.4 GOCONQR**

A GoConqr é uma plataforma que permite a aprendizagem social ativa gratuita para professores, estudantes e profissionais e que disponibiliza diversas ferramentas para elaboração de cursos em comunidades. Essa plataforma une tecnologia e educação, pois acredita que a aprendizagem coletiva com a ferramenta certa motiva a troca de conhecimentos. O sucesso dessa plataforma é baseado na comunidade criadora e que compartilha o conhecimento de qualidade entre os muitos que a acessam e evoluem continuamente as ferramentas disponíveis na plataforma, de acordo com a necessidade dos usuários. Inicialmente o usuário acessa de forma gratuita a plataforma, se tiver interesse por novas ferramentas pode investir monetariamente nelas. Essa plataforma dispõe de uma versão para os sistemas operacionais Windows®, para Android® e iOS® e essas versões são gratuitas<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> A classificação com triplo X, nos EUA, se refere a filmes e opções de diversão para adultos.

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/> Acesso: 10 de fev. de 2016.

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.goconqr.com> Acesso: set. 2016.

## **1.5 MICROSOFT POWERPOINT**

PowerPoint é um aplicativo utilizado para criar apresentações, de propriedade da Microsoft®, e que possui uma quantidade enorme de recursos e ferramentas. Pode-se utilizar imagens, sons, textos animados, recursos gráficos, vídeos, etc. Esse aplicativo dispõe de várias opções e modelos, onde é possível ainda verificar a ortografia, criar rótulos compressíveis para gráficos, aplicar planos de fundos em slides, salvar apresentações em diversos formatos, utilizar elementos visuais para ajudar a expressar a mensagem, entre outros<sup>6</sup>.

## **1.6 WHATSAPP MESSENGER**

O WhatsApp Messenger é um aplicativo gratuito que está disponível para diversas plataformas, entre elas a plataforma Android® e é de propriedade do Google®. Utiliza-se de rede de conexão com a internet para realizar chamadas, trocar mensagens de texto e mensagens multimídias. Dispõe de diversos recursos, entre eles conversas em grupos e WhatsApp Web, onde é possível se conectar ao navegador do computador<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> Disponível em: <https://support.office.com/pt-br/article/Tarefas-básicas-para-criar-uma-apresentação-do-PowerPoint-EFBBC1CD-C5F1-4264-B48E-C8A7B0334E36>. Acesso: 11 de out. de 2016.

<sup>7</sup> Disponível em: <https://web.whatsapp.com/>. Acesso: out. de 2016.

## CAPÍTULO 02

### 2.1 TEORIA DA AÇÃO MEDIADA

Os estudos sócio-culturais do pesquisador norte-americano James Wertsch, como ele prefere chamar, tiveram início a partir das contribuições de Vygotsky e seus seguidores. As pesquisas sócio-históricas de Vygotsky mostraram que os seres humanos interagem com o meio social e cultural onde vivem, através de signos e instrumentos, isto é, a linguagem e a imagem. A linguagem e a imagem em Vygotsky são instrumentos mediadores entre o meio e o sujeito (PAULA e ARAÚJO, 2013). Além das contribuições de Vygotsky, Wertsch apoiou-se em Burke para discutir sobre as dimensões da ação humana e a Bakhtin sobre os gêneros do discurso e a dialogia (GIORDAN, Disponível em: <http://www.lapeq.fe.usp.br/megvt2006/disciplina/biblioteca/artigos/modelo-topologico-ensino.pdf> Acesso em: 14 de out. de 2016).

Três temas abrangeram as pesquisas de Vygotsky. De acordo com Wertsch, foi o terceiro deles: “a afirmação de que a ação humana, tanto no plano individual como no social, mediada por instrumentos e signos”, que fez com que a pesquisa de Wertsch fosse reconhecida como a “aproximação sócio-cultural à mente”. De acordo com esse teórico, a mediação permite a observação do desenvolvimento da ação humana a partir do que acontece dentro e fora da mente humana (WERTSCH, 1985; 1991).

De acordo com Oliveira (2002, *apud* Martins e Moser, 2012), mediação significa “o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento”.

A “ação mediada” é assim denominada por Wertsch (1991; 1998; 1999; 2002), pois é uma ação que se utiliza de ferramentas culturais, como a linguagem ou ferramentas diversas, que delineiam a ação, isto é, mediam a ação. Essas ferramentas são fornecidas por um contexto histórico, cultural e social, dessa forma podemos dizer que essa ação é localizada ou “situada”.

A característica que expressa a ação mediada, segundo Wertsch (1999) é uma “tensão irreduzível”, isso significa que o indivíduo é incapaz de

desenvolver a ação por si só sem o auxílio das ferramentas culturais sejam elas quais forem. Mas isso não significa que as ferramentas desenvolvem o trabalho sozinhas, pelo contrário, toda ação deve ser pensada com o indivíduo atuando juntamente com os ferramentas mediacionais. Assim, podemos indagar a respeito de quem realiza a ação de fato, o que nos permite dizer que quem realiza a ação sempre é o agente junto com a ferramenta cultural que o mesmo utiliza.

Uma das propriedades da ação mediada é o objetivo; “quais os objetivos do indivíduo ao utilizar determinada ferramenta?” Mas é importante ressaltar que o propósito de cada ferramenta cultural pode não coincidir com os objetivos do indivíduo. Assim, ao analisar seus objetivos, o agente determina que tipo de ferramenta cultural utilizará ou quais os tipos de ferramentas utilizará para chegar ao que deseja (WERTSCH, 1999).

Outra propriedade da ação mediada é o sistema evolutivo, Wertsch (1999) diz que o agente, as ferramentas culturais e a tensão irreduzível que os circundam passam constantemente por um processo de transformação.

A respeito das ferramentas culturais, Wertsch (1999) evidenciou que essas são materiais, embora alguns meios mediacionais como lápis, papel, computadores, lousas, sejam materiais, quando esse autor se refere a materialidade das ferramentas ele inclui a linguagem entre elas. Essa característica dos meios mediacionais implica no fato de que eles podem causar modificações nos agentes.

Além das ferramentas culturais serem materiais, Wertsch (1999) ressaltou que essas ferramentas, ao mesmo tempo que libertam os agentes de limitações passadas, os restringem a limitações específicas do próprio meio mediacional. Assim, cada ferramenta, mesmo que imperceptivelmente, possui restrições em relação a ação.

Wertsch (1999) alega que novos meios mediacionais causam mudanças na ação, mas isso não significa que as mudanças do agente e da ação mediada podem ser causadas apenas pelas novas ferramentas culturais, essas mudanças podem ser atribuídas a diversos níveis de habilidades, sem desconsiderar as ferramentas culturais.

De acordo com Pereira e Ostermann (2012), as ferramentas culturais não surgiram como instrumentos facilitadores da ação, em alguns casos elas até surgiram para dificultar esse processo, pois o que pode estar envolvido nesse processo são poderes históricos e econômicos.



Segundo Bakhtin (1981), as ferramentas culturais estão relacionadas ao discurso persuasivo, assim, o agente, juntamente com os meios mediacionais e a tensão irreduzível que os envolve desenvolve um papel de poder e autoridade.

Ao estabelecermos a relação entre o agente e as ferramentas culturais, dois conceitos envolvidos com a teoria de Wertsch precisam ser esclarecidos, “domínio” e “apropriação”.

Quando Wertsch (2002) se refere a “domínio”, ele quer dizer o processo de saber como utilizar as ferramentas culturais com facilidade. Por exemplo, quando estamos diante de uma operação de multiplicação matemática, saber utilizar a ferramenta da multiplicação com aptidão significa obter o domínio sobre essa operação.

Se menciona o conceito “apropriação”, Bakhtin (1981) o define como algo que o agente empresta de outro e o torna próprio. Wertsch (1999) diz que no processo de apropriação entre agente e ferramenta cultural sempre emerge resistência de alguma natureza e que o fato de obter domínio sobre determinada ferramenta não significa apropriar-se dela.

De acordo com Wertsch (1991), é necessário que os agentes tenham acesso ao que ele considera como “kit de ferramentas”, ou seja, uma infinidade de ferramentas culturais, pois o pensamento verbal é heterogêneo e dessa forma o agente pode acessar a ferramenta cultural que lhe for útil em determinadas ações momentâneas e trocá-las assim que considerar conveniente.

## **2.2 METODOLOGIA PROPOSTA PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA**

A metodologia proposta para o desenvolvimento desse trabalho de pesquisa foi a sala de aula invertida, que consiste no desenvolvimento de aulas utilizando as TIC. Para isso foi necessário a disposição do professor para estudar e pesquisar quais TIC seriam interessantes para o desenvolvimento de sua aula. Como a sala de aula invertida propõe aulas nas quais o estudante apresente um papel ativo em sua aprendizagem durante o tempo que dispõe em classe, resolvendo atividades em grupo com auxílio do professor para aprimorar seus conhecimentos, é necessário que o professor desenvolva essas atividades com a finalidade de abranger os conhecimentos demonstrados por seus estudantes e instigar a resolução de problemas.

Nessa metodologia o professor prepara vídeo-aulas de até 15 minutos, as dispõe em uma plataforma online de sua escolha, na qual o estudante tenha acesso e possa vê-las antes da aula em sala de aula. O tempo disponível para aula em sala, ou seja, os 50 ou 60 minutos são utilizados para que os estudantes apliquem os conhecimentos adquiridos nas vídeos-aulas e materiais alternativos disponíveis pelo professor. Cabe ao professor preparar essas atividades antecipadamente para cada grupo e as analisar após o término, com a finalidade de observar quais os conteúdos compreendidos pelos estudantes de cada grupo para que possa desenvolver novas atividades frizando o desenvolvimento das habilidades relacionadas ao conteúdo que o grupo tem maior dificuldade.

## **2.3 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA E ELABORAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS**

### **2.3.1 Elaboração dos Questionários**

Para os pesquisadores Yaremko, Harari, Harrison & Lynn (1986, *apud* GÜNTHER, 2003), um questionário pode ser definido como um conjunto de perguntas e respostas que expressam a opinião do respondente, não seu nível de conhecimento.

De acordo com Schulman & Kalton (1985, *apud* GÜNTHER, 2003), para iniciarmos a elaboração de um questionário é necessário verificarmos quais os nossos objetivos com essa pesquisa e quem iremos pesquisar, ou seja, os sujeitos de nossa análise.

É importante ressaltar que o pesquisador não tem poder sobre o pesquisado, dessa forma, não pode obrigá-lo a responder o questionário. Por conta disso, alguns aspectos devem ser levados em consideração: é necessário que o pesquisador perceba até onde o respondente permite ser indagado, quais assuntos são de contexto geral e quais são de contexto particular; a organização do pesquisador em relação a sua pesquisa e ao respondente; o local físico onde a pesquisa será desenvolvida, além da disposição do respondente em participar da pesquisa, o potencial do instrumento de aprofundar quando necessário é importantíssimo; é necessário que o instrumento de coleta envolva apenas a opinião particular do respondente não a opinião pública (GÜNTHER, 2003).

Dillman (1978, *apud* GÜNTHER, 2003) apresenta três passos interessantes que auxiliam nas boas respostas de um questionário: o primeiro deles

é quando o pesquisador demonstra consideração pelo respondente, oferecendo elogios ou agrados concretos; Mangione (1998, *apud* GÜNTHER, 2003) escreve estimulando as ofertas de incentivo financeiro aos respondentes e diz que isso não causa nenhum impacto na pesquisa, pelo contrário estimula respostas melhores; o segundo é quando o pesquisador faz com que o questionário seja o mais simples possível sem deixar seu objetivo de lado, com perguntas claras e curtas, diminuindo o esforço físico do respondente; e o terceiro quando o pesquisador estabelece confiança com o respondente, apresentando a instituição que representa.

Segundo Günther (2003), o questionário deve iniciar do geral para o específico, as primeiras questões servem para estabelecer confiança, a primeira pergunta deve se tratar sempre do tema que será abordado, todas as questões do questionário devem ser refletidas; o questionário sempre deve seguir uma ordem lógica do assunto que será abordado, por exemplo se falaremos sobre uma aula específica, começaremos pela escola, pelas aulas de forma geral, pela disciplina e então pela aula específica; os itens abordaram o mesmo assunto precisam ser agrupados no mesmo local.

A linguagem utilizada nas questões deve ser relacionada com os sujeitos da pesquisa (GÜNTHER, 2003).

Em relação a perguntas abertas, é interessante utilizá-las quando não se conhece as possibilidades de respostas e fechadas quando não se tem muito tempo e/ou se tem um número grande de respondentes (GÜNTHER & LOPES, 1990, *apud* GÜNTHER, 2003; Schuman & Presser, 1981, *apud* GÜNTHER, 2003).

De acordo com Sommer e Sommer (1997, *apud* GÜNTHER, 2003), o fato de se utilizar perguntas abertas para abranger melhor as respostas dos respondentes não é uma verdade absoluta, as perguntas fechadas mostram respeito à opinião das pessoas, pois permitem que escolham suas respostas tanto quanto as abertas.

### **2.3.2 Análise Textual Discursiva**

A análise textual foi escolhida para analisar os dados nessa investigação, pois a maioria das atividades desenvolvidas com os estudantes ocorreu através de textos. Além do fato de podermos criar as categorias de análise a partir dos dados obtidos, o que é bastante conveniente, já que ainda não sabíamos

exatamente o que esperar com relação à produção dos estudantes investigados, uma vez que não encontramos pesquisas de intervenção (pesquisa-ação) que utilizassem a metodologia *flipped classroom*. Essa técnica constitui-se de uma metodologia de análise que é utilizada para a descrição e interpretação do conteúdo de toda a classe de documentos e textos; assim, ela irá nos conduzir às descrições sistemáticas, quantitativas ou qualitativas, ajudando na reinterpretação das mensagens, para que ocorra uma compreensão de seus significados em nível que vá além de uma leitura comum. Essa análise é constituída por quatro itens: unitarização, categorização, a construção dos metatextos e assim definimos esse três itens com o quarto item que é um processo auto-organizado (MORAES, 2003).

### **2.3.2.1 Unitarização**

A primeira parte da unitarização é a leitura dos textos, é tentar dar sentido aos textos que obtivemos como dados. Então, determinamos a amostra do *corpus* que utilizaremos na análise, pois o *corpus* nada mais é que todos os dados obtidos na pesquisa. Para determinar essa amostra é necessário que os documentos destaquem intencionalmente o que se deseja (MORAES, 2003).

Com os textos em mãos, a primeira etapa é a desconstrução destes, seguida da unitarização. O pesquisador lê o texto e o fragmenta, com a finalidade de dar sentido aos detalhes expressados em seus pormenores (MORAES, 2003).

À esses trechos desconstruídos Moraes (2003) chama de “unidades de análise”. Essas unidades devem ser codificadas para que o pesquisador saiba de onde vem cada trecho. Normalmente são utilizados números e letras para a codificação. Além disso, essas unidades são divididas em categorias. Algumas pesquisas já possuem as categorias pré-estabelecidas e, então, o pesquisador identifica a qual categoria aquela unidade pertence e agrupa as unidades em relação às categorias, ou ainda a pesquisa pode pretender construir as categorias por conta das semelhanças das unidades de análise.

### **2.3.2.2 Categorização**

De acordo com Moraes (2003), o processo de categorização se dá pelo agrupamento de elementos semelhantes e assim as categorias vão se aperfeiçoando, de acordo com a construção dos significados.

Moraes (2003) afirma que as categorias podem ser utilizadas em alguns casos como categorias de início, meio e fim. Cada categoria dispõe de um metatexto que descreve a análise da mesma.

O pesquisador pode chegar às categorias através de metodologias. Uma delas é modo dedutivo, descrito por Bardin (1977), em que essas categorias são prioridade e são organizadas como “caixas” onde as unidades de análises devem se encaixar nessas categorias. A segunda é a indutiva, em que Lincoln e Guba (1985, *apud* MORAES, 2003) apontam como um método onde o *corpus* define as categorias, as unidades de análise são agrupadas por semelhanças e dessa forma se criam as categorias. O terceiro método é o intuitivo, onde o pesquisador precisa estar completamente envolvido com a sua pesquisa para que as categorias possam emergir de forma intuitiva ou o que Restrepo (1998, *apud* MORAES, 2003) chama de abduativas, ou seja, surgem de formas repentinas pelo fato do pesquisador ter se envolvido intensamente com a pesquisa.

### **2.3.2.3 Construção dos metatextos**

Segundo Moraes (2003), os metatextos podem ser próximos aos dados obtidos na pesquisa ou ser uma interpretação desses dados.

Dessa forma, seria interessante que, ao analisar o *corpus*, o pesquisador escrevesse textos secundários sobre sua interpretação, para então definir os argumentos centrais da categoria onde aquelas unidades se encaixam. Mas para produzir o metatexto é necessária uma boa introdução e um bom fechamento do mesmo, assim, o pesquisador deve se afastar das unidades de análise para elaborar o metatexto e sempre questionar sua qualidade (MORAES, 2003).

Para que haja validade na análise textual é necessário haver rigor nos processos de unitarização e categorização. Dessa forma, os metatextos são válidos. Outra forma de validar a análise é utilizar citações do *corpus* da pesquisa (MORAES, 2003).

### **2.3.2.4 Um processo auto-organizado**

O processo da análise textual começa com uma desestruturação do *corpus* da pesquisa, desconstruindo os dados iniciais e codificando-os logo, essas unidades são agrupadas em categorias por semelhanças, e então são elaborados

metatextos dando novos significados a essas unidades. Assim, podemos dizer que esse processo é um processo auto-organizado de criação de novos significados (MORAES, 2003).

## CAPÍTULO 03

### 3.1 PERCURSO METODOLÓGICO

#### 3.1.1 Aulas piloto

Enquanto não encontrávamos um professor que aceitasse participar do projeto, procurávamos também uma plataforma de ensino à distância, um ambiente virtual de aprendizagem no estilo do Moodle<sup>8</sup>, para postar o material que os estudantes iriam utilizar. A escolha por essa plataforma durou aproximadamente um ano, pois necessitávamos de um ambiente virtual gratuito, de fácil acesso, que garantisse aos professores que quisessem utilizá-la em sala de aula um acesso estável e confiável, uma plataforma que proporcionasse a postagem de vídeos para os estudantes e que de preferência, permitisse o registro das pessoas que assistissem a esses vídeos. Demoramos esse tempo para encontrar porque baixamos várias plataformas e testamos os vários recursos que elas disponibilizavam sem sucesso. Encontramos então a plataforma *GoConqr*. Essa plataforma não necessita que se baixe (ou se faça download) de um programa para utilizá-la e isso facilitou muito o processo, pois se encontra permanentemente online. Qualquer um pode se cadastrar e criar um grupo de estudos. Além disso, a plataforma possui todos os recursos de que necessitávamos e mais alguns que nos auxiliariam no decorrer da pesquisa.

Encontramos, finalmente, uma professora que concordou em disponibilizar uma de suas turmas para participar do projeto. Dessa forma, aplicamos um questionário com questões gerais sobre a utilização de tecnologias e internet (disponibilizado no *apêndice A*). Essas questões se referem principalmente ao contato que os estudantes mantêm com aparelhos que se conectam à internet, pois essa era a condição indispensável para que nosso trabalho fosse adiante.

A professora escolheu a turma que possuía mais disposição para participar do projeto fora de sala, qualidade indispensável e fundamental para o desenvolvimento da metodologia, que basicamente necessitava que os estudantes assistissem aos vídeos fora do horário de aula.

---

<sup>8</sup> MOODLE é a sigla de "Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment", um software livre, de apoio à aprendizagem, executado num ambiente virtual.

Com esse questionário inicial, percebemos que toda a turma tinha acesso à internet, ao menos quinze minutos por semana, tempo mínimo para que fosse aplicada a *flipped classroom* nessa turma.

Em uma das visitas à escola, para aplicação do questionário sobre tecnologia, fizemos contato com uma professora estagiária que estava acompanhando a professora titular da turma investigada e a convidamos para participar do projeto, com o intuito de que ela elaborasse ao menos uma aula completa com suporte a essa metodologia, assim tentaríamos observar (ou não) a “mudança” no papel do professor. Ela aceitou e concordou em observar como desenvolvíamos o projeto, para ganhar experiência e enriquecer sua prática.

Assim, a metodologia foi aplicada com a previsão de nove aulas, sendo que as quatro primeiras foram aulas-piloto, para que os estudantes se adaptassem à metodologia.

### **3.1.1.1 Aula piloto de adaptação - 1**

A primeira parte foi a busca por um programa que fosse compatível com o Windows 10 e que tivesse os recursos básicos para a elaboração dos vídeos. Bergmann e Sams (2012) sugerem o Camtasia Studio®. Esse programa possui uma variedade incrível de funções, aplicações, interações e animações. Mas, infelizmente, quando iniciamos as gravações, em agosto de 2016, ele ainda não estava disponível para a versão do Windows 10. Essa pesquisa demorou aproximadamente um mês, sem sucesso. Então optamos por utilizar a Microsoft PowerPoint 2010.

*Primeira aula em sala* - Selecionamos uma aula em que pudéssemos ir até a sala de informática da escola e fazer o cadastro dos estudantes na plataforma GoConqr. Iniciamos com um questionário (*apêndice B*) que levantava os conhecimentos básicos sobre reações químicas e compostos orgânicos, uma vez que o conteúdo que seria abordado em sala de aula necessitava desses conceitos básicos. Logo informamos aos estudantes sobre a metodologia *flipped classroom*, como eles seriam avaliados e disponibilizamos um vídeo na plataforma para que pudessem assistir à explicação sobre a dinâmica dessa metodologia.

Para a elaboração do primeiro vídeo, foi necessário assistir a alguns tutoriais sobre as ferramentas disponíveis no PowerPoint e que poderíamos utilizar



nesse vídeo. Um dos vídeos, intitulado “Como fazer animações no Power Point” (Exemplo com Vinheta!)<sup>9</sup>, está disponível no canal PRTL do YouTube desde 16 de maio de 2015 e o outro no canal Roberto Oliveira, do YouTube, intitulado “Como Gravar áudio no Power Point”<sup>10</sup>, postado no dia 01 de maio de 2013.

A elaboração do vídeo durou aproximadamente cinco horas, pois foram testados vários formatos de animações.

Para elaborarmos esse vídeo e os que faríamos futuramente, seguimos algumas orientações de Bergmann e Sams (2012). Eles sugeriam que fizéssemos vídeos curtos, para incentivarmos os estudantes a assistirem. Esses autores afirmam que é mais interessante elaborar vídeos de um tópico por vez, do que de um assunto todo. Eles estipulam que os vídeos tenham a duração entre 10 e 15 minutos, para que a tarefa seja interessante para o estudante. Além disso, sugerem que o professor se utilize de alterações/modulações na voz, para que o vídeo fique mais animado. É importante também utilizar recursos que permitam enfatizar as anotações, principalmente na disciplina de Química, que é um tanto complexa. Esses autores comentam ainda que, em seus vídeos, aplicam o recurso de “zoom” quando querem enfatizar algo na explicação. Como esse recurso não estava disponível em nosso aplicativo, nós utilizamos outra ferramenta, marcando com formas coloridas as partes que gostaríamos que fossem enfatizadas no momento da explicação e que nossos estudantes deveriam observar atentamente.

Após a elaboração do vídeo, foi necessário postarmos em um canal no YouTube. Esse canal está intitulado “Carol Vezu”, pois a plataforma GoConqr só aceita mídias online.

Publicamos nossa primeira vídeo-aula e em seguida passamos à elaboração das atividades. Para a primeira aula foi idealizada uma atividade em grupo, que continha dois exercícios. Os exercícios eram diferentes para cada grupo. Pensamos dessa maneira, pois não conhecíamos a turma e queríamos evitar que os grupos se relacionassem. Os estudantes deveriam resolver os exercícios juntos e, se necessário, poderiam pedir o auxílio do professor. Além dessa atividade do grupo, cada estudante tinha dois exercícios para resolver individualmente, mas poderiam contar com a ajuda do seu grupo e do professor.

---

<sup>9</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9a3keuyM5tc> Acesso em: julho de 2016

<sup>10</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6xou3y8DTnY> Acesso em: julho de 2016

### 3.1.1.2 Aula piloto de discussão - 2

*Segunda aula em sala* – Ao analisarmos o questionário que levantava os conhecimentos prévios dos estudantes, percebemos que haviam lacunas conceituais para alguns deles e utilizamos essa aula para relembrar e discutir alguns conceitos. Essa aula foi basicamente uma conversa, na qual estimulamos os estudantes a relembrarem esses conceitos. Depois dessa pequena revisão, o “vídeo da aula 1”<sup>11</sup>, sobre “Reações de Substituição”, foi apresentado em sala de aula e pedimos que os estudantes o assistissem novamente, caso tivessem dúvidas. Resolvemos apresentar o primeiro vídeo em sala, pois houve uma “sobra” de tempo e sentimos a necessidade de observar como a turma reagiria ao primeiro contato com o vídeo. Depois de apresentado o vídeo, mencionamos que os próximos teriam de ser assistidos fora do horário de aula, com alguma antecedência, e as aulas seriam agendadas, para que as atividades pudessem ser desenvolvidas.

A turma foi dividida em 4 grupos de aproximadamente 6 estudantes. Esses grupos trabalhariam juntos durante a aplicação da *flipped* e os próprios estudantes escolheram os integrantes do seu grupo, por afinidade, ou seja, os colegas que costumavam trabalhar em grupos sempre que os professores solicitavam essas atividades. Optamos por essa estratégia, pois os estudantes já teriam de se adaptar a uma nova metodologia e desenvolveriam trabalhos extra classe que seriam avaliados em todas as aulas. Para eles, isso já representava mudanças suficientes.

### 3.1.1.3 Primeira aula piloto: Reações químicas dos alcanos

Solicitamos que os estudantes formassem os grupos propostos na aula anterior, para iniciarmos as atividades. Primeiro, disponibilizamos as atividades individuais, que todos entregaram, depois disponibilizamos a atividade do grupo, e apenas um dos grupos conseguiu finalizar.

*Observações:* Os estudantes daquela turma aprendem em ritmos diferentes, por isso nem todos conseguiram entregar a última atividade. Dessa forma observamos que era necessário repensar as atividades, precisávamos de atividades que contemplassem toda a turma e uma atividade extra para os estudantes que possuíam ritmos de aprendizado mais acelerado. Observamos também que os

---

<sup>11</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=888ouQDSz1E>

estudantes possuíam muitas lacunas em relação aos conceitos necessários para dar continuidade ao curso de Química Orgânica. Dessa forma, foi mais fácil auxiliá-los com esse tipo de divisão na classe, pois podíamos dar maior atenção individual.

#### **3.1.1.4 Segunda aula piloto: Substituição em aromáticos**

A preparação do “vídeo sobre substituição em aromáticos”<sup>12</sup> foi, como de costume, publicado antes da aula tanto no YouTube quanto na plataforma GoConqr. Observamos então a primeira dificuldade dessa metodologia. A maioria dos estudantes não havia acessado a plataforma até minutos antes da aula. Dessa forma, foi preciso pensar em uma nova estratégia para que os estudantes assistissem aos vídeos, pois como eles nada anotavam sobre os vídeos para desenvolverem as atividades, (e essas anotações eram imprescindíveis), resolvemos mudar de estratégia.

Foram realizadas duas atividades: uma individual e uma em grupo. A individual, dessa vez, só teve o auxílio do professor, sem o auxílio dos colegas.

Essa atividade foi elaborada com menos exercícios, pois percebemos na aula anterior que os estudantes não estavam conseguindo resolver todos eles em sala. Dessa forma, diminuímos as atividades e colocamos tarefas mais curtas (contemplando ainda a interação entre eles), e os grupos que fossem terminando receberiam mais questões para resolver.

Ao verificarmos as atividades dos estudantes e sua postura na aula anterior, percebemos que alguns não resolviam as atividades individuais e copiavam do colega, assim conversamos com a turma que todas as vezes que eles copiassem eles perderiam a nota da avaliação que lhes era concedida, por isso nessa aula fizemos a atividade individual sem o auxílio do colega.

Para a próxima aula, solicitamos novamente que eles assistissem aos vídeos e, dessa vez, notassem o que era discutido no vídeo para entregar ao professor. Essa seria a atividade individual, eles precisariam deixar uma cópia no caderno e entregar uma para a avaliação. Além de avisados em sala de aula, utilizamos como meio de comunicação o aplicativo *WhatsApp*, no qual os estudantes criaram um grupo e podíamos nos comunicar e enviar os vídeos aos estudantes que não tinham acesso à plataforma naquele momento, mas conseguiam acessar o

---

<sup>12</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=WUeZPBxHEtY>

YouTube. O *WhatsApp* permite a troca de mensagens de textos e arquivos de multimídia, o que facilitou nosso contato.

### **3.1.1.5 Terceira aula piloto: Dirigência da substituição em aromáticos**

O desenvolvimento do vídeo estava melhorando, pois estávamos adquirindo prática com o programa, assim demorávamos menos tempos para elaborá-los e a atividade ficava mais divertida, o “vídeo sobre a dirigência da substituição em aromáticos”<sup>13</sup> foi disponibilizado no canal do YouTube e também na plataforma GoConqr.

Iniciamos a aula recebendo as atividades individuais dos estudantes, percebemos que a maioria entregou as anotações. Em seguida, os estudantes se dispuseram em grupos e começaram as atividades coletivas. Observamos que, pelo fato de termos pedido as anotações e creditado nota à elas, os estudantes iniciaram as atividades coletivas sem o nosso auxílio, só nos chamavam quando realmente tinham dúvidas, pois tinham em mãos o material que servia para norteá-los.

Mas, ainda assim, percebemos que alguns estudantes não estavam completamente envolvidos nas atividades coletivas, o que reconhecemos depois, na correção das atividades dos mesmos. Essas atividades levantavam indícios de que eles haviam copiado dos colegas, pois esses estudantes não tinham tido acesso à plataforma, o que era possível verificar e também não tinham nos solicitado o vídeo, via YouTube. Dessa forma, tínhamos a certeza de que esse processo levaria um pouco mais de tempo, muito além do que imaginávamos inicialmente.

### **3.1.1.6 Quarta aula piloto: Realização do questionário final sobre Reações de substituição**

Nessa aula disponibilizamos um questionário (anexo A), no qual desenvolvíamos alguns exercícios sobre os conteúdos de “reações de substituição”. Os estudantes deveriam responder a esse questionário individualmente, apenas consultando suas anotações. Além dos exercícios sobre reações de substituição, incluímos alguns exercícios sobre reações de adição, que seria nosso próximo tema, para levantar possíveis conhecimentos dos estudantes sobre o assunto.

---

<sup>13</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=4\\_ZCR9FFCRs](https://www.youtube.com/watch?v=4_ZCR9FFCRs)

Na correção dos questionários, observamos que os estudantes não tinham desenvolvido o conhecimento sobre reações de substituição da forma que esperávamos, ou seja, eles ainda tinham dificuldades para realizar a resolução dos exercícios sem o auxílio dos colegas ou do professor e levantamos várias hipóteses, juntamente com a professora da turma, que observou todas as aulas, do porquê isso poderia ter acontecido. Chegamos à conclusão de que os estudantes não estavam interessados na metodologia ou nas aulas de Química Orgânica e por isso não faziam o que lhes era proposto. A professora da turma sugeriu ter uma nova conversa com os estudantes, para que pudéssemos continuar nosso trabalho com a mesma turma, e nós aceitamos prontamente.

### **3.1.1.7 Quinta aula piloto: revisão de conteúdo**

Iniciamos essa aula com a professora titular conversando com a turma, os estudantes demonstraram que realmente não estavam entusiasmados, nem com a metodologia, nem com a própria disciplina, pois possuíam lacunas em vários conteúdos precedentes àqueles. Então, a professora pediu novamente a colaboração de todos, reforçou as obrigações de todos, professores e estudantes e solicitou que fizessem o que lhes era proposto, que aquelas atividades eram creditadas, mas que eles precisariam fazer sua parte.

Também conversamos com os estudantes e perguntamos se eles tinham interesse em continuar com a investigação, afinal, estavam envolvidos no trabalho e sendo pesquisados porque tinham concordado inicialmente, e afirmaram que era importante a utilização de tecnologias no ensino. Mas, quando instados a cooperar, não se envolviam e nem se comprometiam. Eles perceberem, então, que realmente a aposta na metodologia dependia deles e concordaram em continuar participando das atividades.

Continuamos aquela aula discutindo todo o conteúdo de reações de substituição, pois necessitávamos dele para entrarmos no nosso próximo tópico. Os estudantes participaram de forma diferente dessa aula, levantaram questionamentos e tiraram dúvidas.

Propusemos que eles assistissem ao vídeo e fizessem as anotações no caderno para a aula seguinte; os estudantes concordaram.

### **3.1.2 Processo de Pesquisa**

#### **3.1.2.1 Aula 1: Adição em alcenos**

Essa aula foi preparada pela professora estagiária. Passamos algumas orientações a respeito das ferramentas que poderiam ser utilizadas no PowerPoint. Ela então, gravou o vídeo sobre “Adição em Alcenos”<sup>14</sup> e publicou no canal do YouTube e na plataforma GoConqr.

Em seguida, ela desenvolveu duas atividades, uma individual e uma em grupo, ambas disponíveis no anexo B.

A estagiária iniciou a aula distribuindo as atividades individuais, os estudantes podiam contar com o auxílio dela e com a interação entre eles. Depois, disponibilizou a atividade coletiva com as mesmas condições.

Observamos nessa atividade que os estudantes estavam mais envolvidos. Mesmo não tendo entregue as anotações, alguns deles tinham anotado no caderno e conseguiam auxiliar seus colegas na resolução das atividades.

Pedimos para que os estudantes trouxessem, na aula seguinte, como atividade individual, as anotação do próximo vídeo, pois percebemos que mesmo os que não acessavam os vídeos tinham o trabalho de ler as anotações do colega para fazer seu relatório, o que já era um ponto positivo e interessante. Afinal de contas, nessa metodologia, o importante era o contato com a teoria antes da aula, para que o embasamento teórico lhes auxiliassem na resolução das atividades.

Nesse dia, tivemos uma surpresa; uma das estudantes mais envolvidas da disciplina ficou doente e precisou de atestado médico, veio conversar conosco que precisaria faltar algumas aulas mas que estava preocupada por conta das atividades. Como essa metodologia surgiu, através de Bergmann e Sams (2012), da necessidade dos estudantes que não podiam comparecer às aulas, percebemos uma oportunidade de pesquisar esse outro lado da metodologia. Permitimos, então, que os estudantes que precisassem se ausentar por algum motivo justificável pudessem ter acesso às atividades e aos vídeos, para observarmos como desenvolveriam sua aprendizagem.

---

<sup>14</sup>Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1mjNP8kEvZI&spfreload=10>

### 3.1.2.2 Aula 2: Reações de Adição a Alcinos

O desenvolvimento do vídeo dessa aula foi feito pela professora estagiária. Ela pediu para elaborar o vídeo, pois a metodologia lhe tinha caído no agrado e gostaria de praticar um pouco mais na utilização das ferramentas tecnológicas, onde sentia mais dificuldade. Elaborou o vídeo sobre “Reações de Adição em Alcinos”<sup>15</sup> e postou no canal do YouTube e na plataforma GoConqr.

Iniciamos a aula recebendo as anotações dos estudantes e disponibilizando as atividades em grupo (estão no Anexo C), sempre usando a estratégia de disponibilizar outras atividades para o grupo que terminasse a tarefa primeiro.

Observamos que, com o tempo, os estudantes começaram a baixar os vídeos no celular. No início, tinham um pouco de receio de utilizá-lo na sala de aula, mas com a nossa autorização (e da escola), continuaram utilizando e, ao invés de fazerem suas cópias das anotações, alguns começaram a tirar fotos de suas próprias anotações e utilizar as fotografias enquanto resolviam as atividades. Não restringimos esse tipo de atitude, pois o mais importante era que o estudante obtivesse o material da maneira que mais o interessasse. Felizmente, tínhamos como saber se o estudante obtinha o conhecimento através das atividades que realizavam ou das perguntas que fazíamos, quando nos relacionávamos com os grupos, entre as diversas observações que relatávamos.

Mais uma vez, utilizamos como estratégia, as anotações dos vídeos como atividade individual para a aula seguinte, pois os estudantes eram incentivados a obterem contato com os conteúdos antes das aulas através de uma recompensa que era o crédito (nota).

### 3.1.2.3 Aula 3: Forçando a Adição em Aromáticos

Desenvolvemos o vídeo sobre “adição em aromáticos”<sup>16</sup> e publicamos no canal do YouTube e na plataforma GoConqr. Já estávamos mais familiarizados com o programa e com o desenvolvimento dos vídeos e, assim, o processo todo se transcorria mais rapidamente.

Recolhemos as atividades dos estudantes e observamos que a cada

---

<sup>15</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yX5cAj0GptI>

<sup>16</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vajpVJh3Cec>

aula eles se dedicavam mais. Estudantes que inicialmente não entregavam as anotações começaram a se envolver, estudantes que entregavam as anotações pela metade completavam o trabalho todo e isso foi nos animando, com o passar do tempo. Mas, ainda assim, era um campo de pesquisa incerto a aposta na metodologia.

Desenvolvemos as atividades coletivas (anexo D) com os estudantes e percebemos que eles já não nos chamavam para tirar dúvidas, tínhamos que percorrer os grupos e perguntar se eles estavam precisando de ajuda e mesmo assim eles recusavam; queriam desenvolver o trabalho sozinhos, só nos chamavam quando percebiam que o tempo da aula estava no fim e que não tinham conseguido superar suas dúvidas.

Mais uma vez a atividade individual foi a anotação do vídeo da próxima aula, estávamos chegando à última aula e não sabíamos ainda no que isso poderia resultar, em termos de aproveitamento.

#### **3.1.2.4 Aula 4: Ciclanos: adição x substituição**

Gravamos o vídeo<sup>17</sup>, como de costume, e publicamos no canal do Youtube e na plataforma GoConqr. Esse foi um dos vídeos mais curtos, talvez pela prática ou por conta do conteúdo.

Observamos no dia em que fomos à aula, que a estudante que estava de atestado médico já havia retornado e iria participar com os demais colegas, das atividades coletivas.

Recolhemos as atividades de todos (individuais) e iniciamos as atividades coletivas (anexo E). Da mesma forma, como verificamos na aula anterior, os estudantes resistiam em nos chamar ou solicitar auxílio, eles queriam desenvolver sozinhos o trabalho. Isso era muito gratificante, pois observamos a mudança no perfil da turma, claramente, ao longo do percurso da pesquisa. Observamos também que os estudantes que reclamavam no início da pesquisa que não queriam participar porque não queriam fazer “dever de casa” tinham mudado sua postura e tomavam a frente de seus grupos discutindo com eles os exercícios.

Finalizamos o conteúdo perguntando se eles tinham alguma dúvida sobre as aulas e como nos responderam que “não”, continuamos com os

---

<sup>17</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=a8eiG6xUVrY>



procedimentos.

### **3.1.2.5 Aula 5: Questionário final**

Na última aula, utilizamos um questionário (anexo F) com exercícios sobre todas as aulas de reações de adição. Esse questionário deveria ser respondido individualmente e eles poderiam consultar as anotações que nos entregaram. Disponibilizamos também as anotações, e os estudantes que entregaram todas as anotações ao longo das aulas tinham amplo material de consulta. Após o término da resolução do questionário, eles nos devolveram. Gastaram para isso, em média, uma hora-aula.

### **3.1.2.6 A entrevista**

Nossa última abordagem foi a entrevista. Após observarmos que os estudantes tinham superado nossas expectativas com relação ao questionário final e tinham conseguido desenvolver os exercícios, nós ainda precisávamos saber a opinião deles sobre a metodologia e recolher evidências sobre a aprendizagem dos conteúdos.

Como nem todos os estudantes participaram de todas as aulas, não responderam a todos os questionários e não tinham motivos para justificar suas ausências, apenas os materiais de alguns foram analisados e a entrevista foi feita com os que mais participaram e se envolveram durante as aulas.

Os parâmetros que escolhemos para que os estudantes participassem da pesquisa envolviam todas as suas etapas, ou seja, precisávamos que o estudante tivesse respondido aos dois questionários iniciais sobre “reações Químicas” e “reações de substituição” e ao questionário final, além de terem desenvolvido todas as atividades de “reações de adição”, o tema da nossa pesquisa. Dos 22 estudantes, apenas 8 se enquadravam nessas condições, e, assim, esses 8 acabaram se tornando os sujeitos de nossa pesquisa e foram os que entrevistamos, na sequência do trabalho.

Na entrevista (apêndice C), iniciamos com algumas orientações, afirmando que suas respostas não seriam identificadas e que gostaríamos que eles fossem sinceros ao responderem às questões. Perguntamos sobre as aulas de Química Orgânica e quais as metodologias utilizadas pela professora da turma, se

eram suficientes na opinião deles para o seus aprendizados e, por fim, qual a opinião sobre a metodologia da “sala de aula invertida”. Finalizamos com uma pergunta sobre o conteúdo de “reações de adição”, pois buscavamos também os indicativos sobre os conhecimentos adquiridos ao longo de todo processo.

Cada estudante recebeu uma questão distinta sobre o tema reações de adição para que não comentasse a resposta com o colega. Antes de iniciarmos a questão passamos algumas orientações:

- Entregamos ao estudante um lápis e um papel;
- Apresentamos a ele 7 estruturas e seus nomes em ordens aleatórias (apêndice D) e entre elas estava a estrutura a qual íamos nos referir na questão;
- Fizemos a questão relacionada ao tema “reações de adição”; questionamos a opinião dos estudantes sobre a dificuldade que sentiam sobre a questão relacionada ao tema, antes deles responderem a questão; antes ainda de responderem ao questionamento relacionado a “reações de adição” perguntamos à eles em quais aspectos sentiam maior dificuldade, se era na nomenclatura dos compostos orgânicos ou no desenvolvimento da equação de adição.

O intuito de apresentar a lista com as estruturas era para auxiliá-los, pois nas aulas observamos que alguns deles tinham dificuldades com nomenclatura e formação das estruturas dos compostos, e gostaríamos de identificar os estudantes que tinham essa dificuldade.

As questões que fizemos após a questão sobre o tema foram:

- Você acredita que consegue responder essa questão rapidamente ou precisa pensar um pouco?
- Onde você acha que está sua maior dificuldade, nomenclatura, desenhar a estrutura ou desenvolver a equação?

Com essas questões tínhamos a intenção de tirar toda a atenção do questionamento sobre o tema, pois percebemos que isso os deixava um pouco desconfortáveis e dialogar sobre o que eles pensavam sobre as dificuldades em sua aprendizagem.

## **3.2 CONTEÚDO QUÍMICO: REAÇÕES DE SUBSTITUIÇÃO E ADIÇÃO**

### **3.2.1 Reações de Substituição**

#### **3.2.1.1 Primeira aula piloto: Reações químicas dos alcanos**

Os alcanos são conhecidos como *parafinas*. Essa definição vem do latim que significa *parum affinis*: baixa afinidade. Não é uma definição apropriada, pois os alcanos reagem com o oxigênio quando submetido a altas temperaturas. Pelo fato desses compostos possuírem apenas ligações fortes de carbono-hidrogênio e/ou carbono-carbono e não permitirem a quebra dessas ligações tão facilmente, há menção que esses compostos são de baixa reatividade. Mesmo esses compostos sendo conhecidos como compostos de baixa reatividade ainda há uma exceção a essa regra, pois eles reagem muito bem com os superácidos e com o oxigênio como mencionado anteriormente (SOLOMONS, 1982).

##### **3.2.1.1.1 Energia de dissociação de ligações**

Quando uma ligação covalente é formada entre dois átomos certa quantidade de energia é liberada. Dessa forma, quando é necessário que haja o rompimento de uma ligação covalente, requer-se fornecimento de energia. Essa energia necessária para o rompimento dessas ligações é chamada de *energia de dissociação de ligação*. Essa energia permite que avaliemos a estabilidade dos radicais livres. Assim, se rompermos uma ligação C - H de um composto orgânico conseguiremos descobrir o quanto o radical livre formado é estável (SOLOMONS, 1982).

A quantidade de energia necessária para romper a ligação C – H depende do carbono em questão, esse carbono por sua vez pode ser metílico, primário, secundário ou terciário. Dessa forma observamos que quanto maior a energia de dissociação, menor a estabilidade do radical livre (SOLOMONS, 1982). Observamos na figura 2 a tendência do carbono sofrer essa substituição.

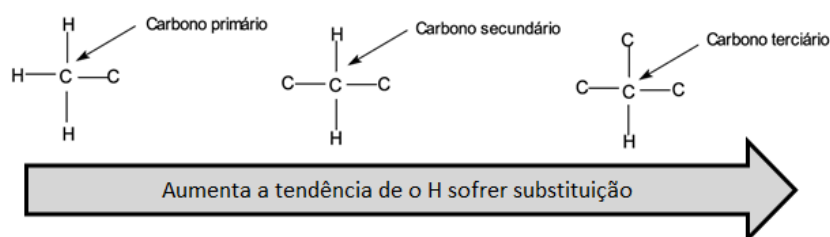


Figura 1. Tendência de sofrer substituição.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 168, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

### 3.2.1.1.2 Halogenação do metano

Quando aquecidos, os alcanos podem reagir com cloro ou outros halogênios (tendências dos Halogênios reagirem com os alcanos: Flúor (F<sub>2</sub>), > Cloro (Cl<sub>2</sub>), > Bromo (Br<sub>2</sub>), > Iodo (I<sub>2</sub>)). Esse tipo de reação é conhecida como reação de substituição e é denominada Halogenação (PERUZZO E CANTO, 2006).

Ao iniciarmos nossas considerações sobre as reações do metano, o alcano mais simples, lembramos que estamos falando de uma reação de substituição, a qual ocorrerá na presença de luz ou calor. Se a reação for feita no escuro será necessária alta temperatura para que ela ocorra, por volta de 250°C, se ocorrer à temperatura ambiente necessitará de luz ultravioleta para que se desenvolva. Outra consideração é que essa reação ocorre com os reagentes ambos em fase gasosa (SOLOMONS, 1982). Na figura 1 apresentamos a equação da reação de cloração do metano.

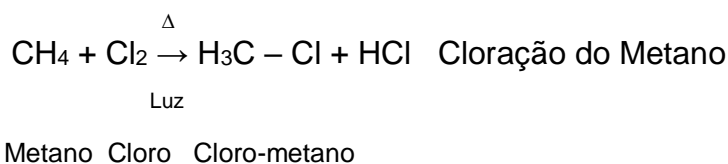


Figura 2. Equação da reação de Cloração do metano.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 167, 2006.

### 3.2.1.1.3 A Halogenação de alcanos pode produzir isômeros

As reações de substituição em alcanos podem proporcionar a produção de isômeros, observemos na figura 3.

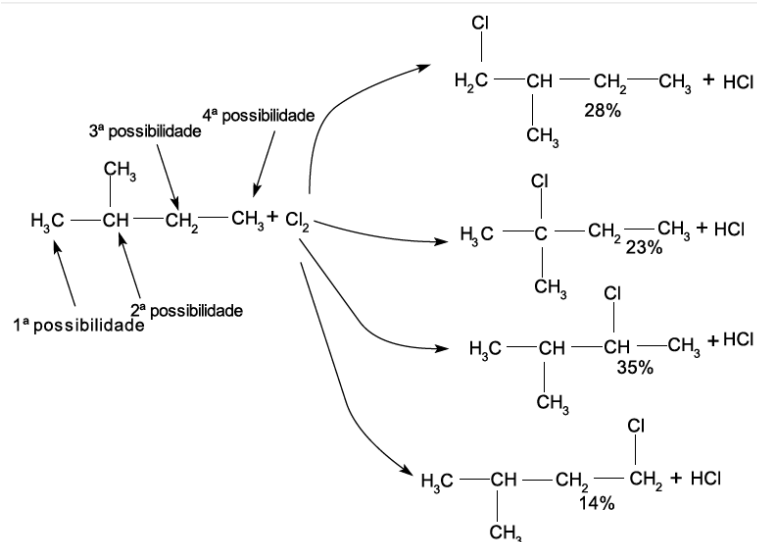


Figura 3. Halogenação: produção de isômeros.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 168, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

Se levarmos em consideração os rendimentos dos principais produtos formados pela equação demonstrada na Figura 3, verificamos que na segunda possibilidade do reagente 2-metilbutano, apenas a tendência do H sofrer substituição, formaria o produto 2-cloro-2-metilbutano com maior rendimento, pois o carbono pelo qual o H sofreu substituição é um carbono terciário. Porém na figura não vemos esse resultado.

Na realidade existe um segundo fator que devemos observar ao ressaltar o rendimento dessa reação que é conhecido como impedimento estérico; na qual o carbono que apresenta substituinte muito volumoso em seu substrato prejudica a reatividade dessa reação, tornando essa reação mais lenta (Disponível em: <http://www.iq.usp.br/wjbaader/qfl2342/03%20Substituicao%20Nucleofilica.pdf> Acesso em: jan. 2017). Por levarmos em consideração a realidade escolar que os estudantes dessa pesquisa vivenciaram, esse fator não foi mencionado.

### 3.2.1.2 Segunda aula piloto: Substituição em aromáticos

#### 3.2.1.2.1 Halogenação

Bruice (2006) nos mostra que para ocorrer reação de halogenação em aromáticos é necessário utilizar um ácido de Lewis, ou seja, uma substância que

permita o compartilhamento de um par de elétrons como catalisador, como nos mostra a figura 4.

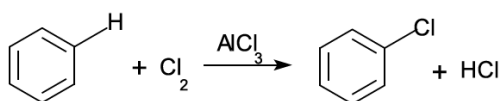


Figura 4. Halogenação de aromáticos.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 170, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

### 3.2.1.2.2 Nitração e sulfonação

Observemos na figura 5 que podemos escrever os ácidos nítrico e sulfúrico de algumas formas. Aqui apresentaremos duas para que possamos entender melhor a nitração e a sulfonação (PERUZZO e CANTO, 2006):

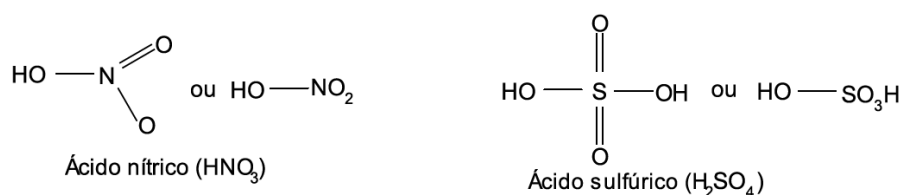


Figura 5. Ácidos nítrico e sulfúrico.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 170, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

Na nitração temos um hidrogênio do grupo aromático substituído por um grupo nitro ( $\text{NO}_2$ ), utilizando ácido sulfúrico como catalisador (BRUICE, 2006). Observemos a figura 6:

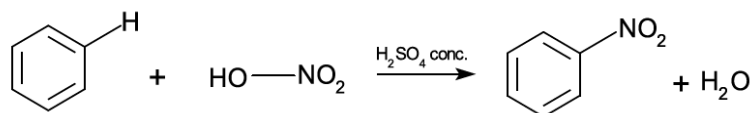


Figura 6. Nitração de aromáticos.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 170, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

Quando a reação é sulfonação, o hidrogênio do aromático é

substituído por um grupo ácido sulfônico e como catalisador utilizamos o ácido sulfúrico fumegante (BRUICE, 2006). A figura 7 nos mostra como isso ocorre:

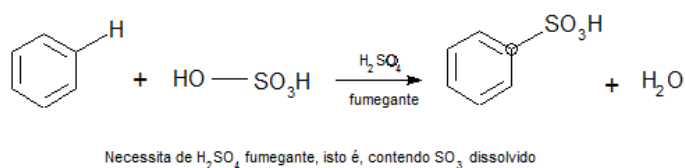


Figura 7. Sulfonação de aromáticos.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 170, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

### 3.2.1.2.3 *Alquilação e acilação de Friedel-Crafts*

Quando temos um hidrocarboneto onde um dos hidrogênios do carbono que contém apenas ligações simples é retirado, chamamos esse grupo de alquila. Quando possuímos um ácido carboxílico onde o hidrogênio do grupo carboxílico é retirado chamamos de grupo acila (PERUZZO e CANTO, 2006). Observemos a figura abaixo:

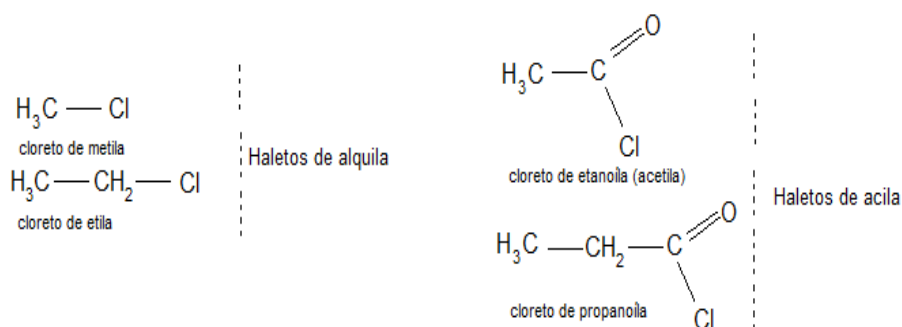


Figura 8. Grupos alquila e acila.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 171, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

Na alquilação um hidrogênio do aromático é substituído por um grupo alquila, utilizando como catalisador cloreto de alumínio ( $\text{AlCl}_3$ ) (BRUICE, 2006). Observemos a próxima figura:

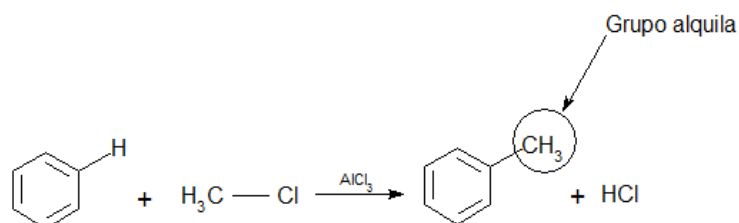


Figura 9. Alquilação de Friedel-Crafts.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 171, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

A acilação apresenta a substituição do hidrogênio do aromático por um grupo acila, na presença de AlCl<sub>3</sub> também, como nos mostra a figura 10 (BRUICE, 2006).

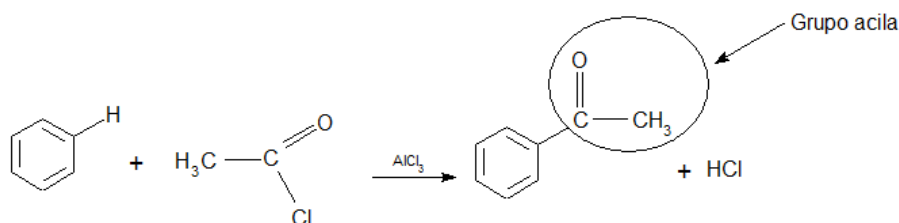


Figura 10. Acilação de Friedel-Crafts.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 171, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

### 3.2.1.3 Terceira aula piloto: Dirigência da substituição em aromáticos

A doação de elétrons do substituinte para o anel aromático pode ocorrer de duas formas, por ressonância ou indutivamente. É importante que haja essas duas formas de doação de elétrons, pois a aromaticidade é associada a estabilidade representada por certos tipos de ligação pi e quando um anel aromático substitui um de seus hidrogênios por outro substituinte que possa influenciar nessa estabilidade, ou seja, na energia que envolve as ligações desse sistema necessita estabilizar de alguma forma esse desnível de energia, para isso a ressonância ou a indutividade causada pelos elétrons de determinados ligantes auxiliam no decaimento de energia para que o composto permaneça o mais estável possível (BRUICE, 2006).



Utilizando o hidrogênio como padrão, os substituintes serão comparados à doação de elétrons do hidrogênio. O grupo metila ( $\text{CH}_3$ -), por exemplo, comparando-o com o hidrogênio possui a eletronegatividade do carbono com uma distância razoável do hidrogênio, dessa forma dizemos que esse grupo *doa elétrons indutivamente* (BRUICE, 2006).

O grupo  $\text{NH}_3$ -, comparado ao H possui, uma eletronegatividade menor, por isso dizemos que ele é um *retirador de elétrons indutivamente* (BRUICE, 2006).

Quando o grupo substituinte possui um elemento ligado diretamente ao anel e esse elemento obtiver um par de elétrons livres dizemos que esse grupo *doa elétrons por ressonância*, por exemplo:  $-\text{OCH}_3$ . Se o elemento ligado diretamente ao anel aromático for dupla ou triplamente ligado a um elemento mais eletronegativo esse grupo *retira elétrons por ressonância*, por exemplo  $-\text{NO}_2$  (BRUICE, 2006). O quadro 1 nos apresenta exemplos desses grupos.

**Quadro 1.** Grupos Ativantes e Desativantes.

| <b>Categoria</b>           | <b>Descrição</b>   | <b>Exemplo</b>  |
|----------------------------|--|---|
| Fortemente ativantes       | Grupos que doam pares de elétrons por ressonância e retiram por indução. Doam para dentro do anel.   | $-\text{NH}_2$ $-\text{OH}$<br>$-\text{OR}$   |
| Moderadamente ativantes    | Grupos que doam pares de elétrons por ressonância e retiram por indução. Doam tanto para dentro quanto para fora do anel. A doação é mais forte do que a retirada.   | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OCR} \\   \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{NHCR} \\   \end{array}$  |
| Fracamente ativantes       | Doam elétrons indutivamente e retiram por ressonância.   | $-\text{R}$ $-\text{CH}=\text{CHR}$   |
| Fracamente desativantes    | Doam elétrons por ressonância e retiram indutivamente. Retiram mais fortes do que doam.  | $-\text{F}$ $-\text{Cl}$<br>$-\text{Br}$ $-\text{I}$  |
| Moderadamente desativantes | Possuem grupos carbonila ligados diretamente ao anel por isso são retiradores de elétrons tanto por ressonância quanto indutivamente.  | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH} \\   \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CR} \\   \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{COR} \\   \end{array}$ |
| Fortemente desativantes    | São retiradores de elétrons, com exceção dos íons amônio que retiram elétrons somente indutivamente, os outros grupos fortemente desativantes retiram elétrons tanto indutivamente quanto por ressonância. | $-\text{HSO}_3$ $-\text{NR}_3$ $-\text{NO}_2$<br>$-\text{C} \equiv \text{N}$  |

**Fonte:** Bruice, 2006.

Quando temos um anel aromático ligado a um substituinte e queremos induzi-lo à uma reação de substituição, esse substituinte ligado ao anel determinará a posição que o próximo substituinte entrará no anel. Se o substituinte ligado inicialmente ao anel for ativante ou do grupo dos halogênios, então o próximo entrará nas posições *orto-para*, se o ligante inicial for desativante o próximo entrará na posição *meta* (BRUICE, 2006). Observemos as equações da figura 11:

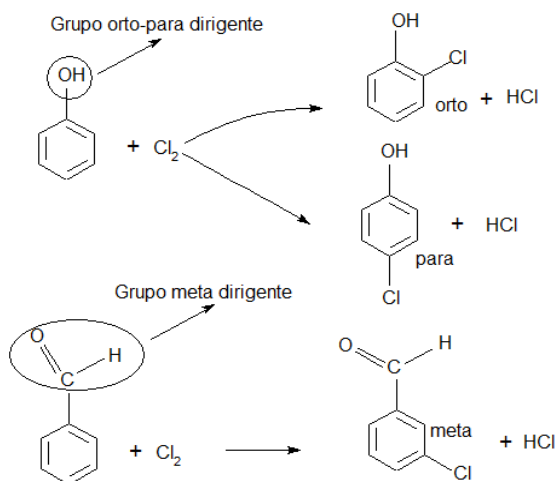


Figura 11. Grupos ativantes e desativantes.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 173, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

Podemos justificar esse fato através dos carbocátions formados por cada uma dessas reações, observemos a figura 12:

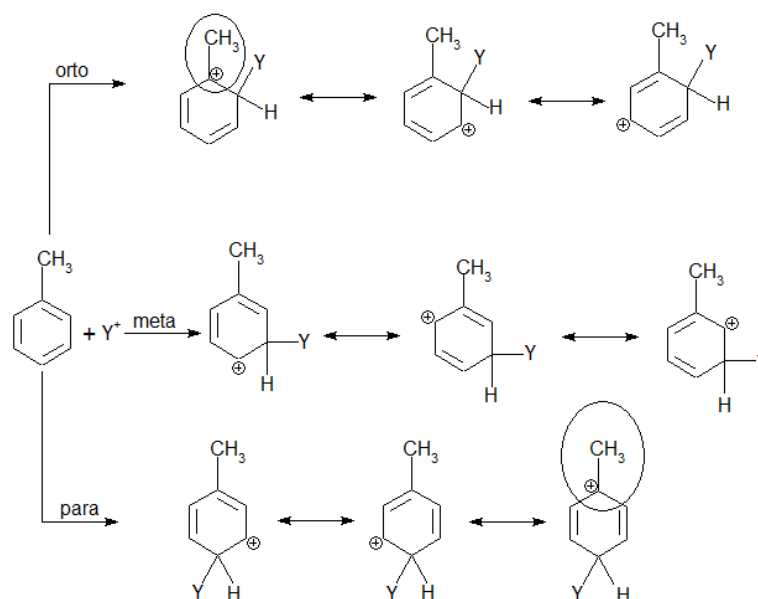


Figura 12. Estrutura do carbocátion do Tolueno.

Fonte: BRUICE, p. 45, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

As estruturas marcadas com um círculo são relativamente mais estáveis que as outras e só aparecem quando o substituinte, no caso a metila, doa elétrons indutivamente, ou seja, o substituinte está ligado ao carbono carregado positivamente, dessa forma o carbocátion mais estável é gerado nas posições *orto-para* (BRUICE, 2006).

Se observarmos a figura 13, podemos notar que na primeira e na terceira sequências de estruturas de ressonâncias o anisol, quando recebe mais um substituinte forma uma quarta estrutura de ressonância relativamente estável tanto na posição *orto* quanto na posição *para* sem substituir o H por Y por conta do par de elétrons livres pertencentes ao oxigênio mas que não é demonstrado na figura, dessa forma notamos que apenas na posição *meta* efetivamente a substituição aconteceria, pois não haveria como estabilizar o composto sem substituir o H (BRUICE, 2006).

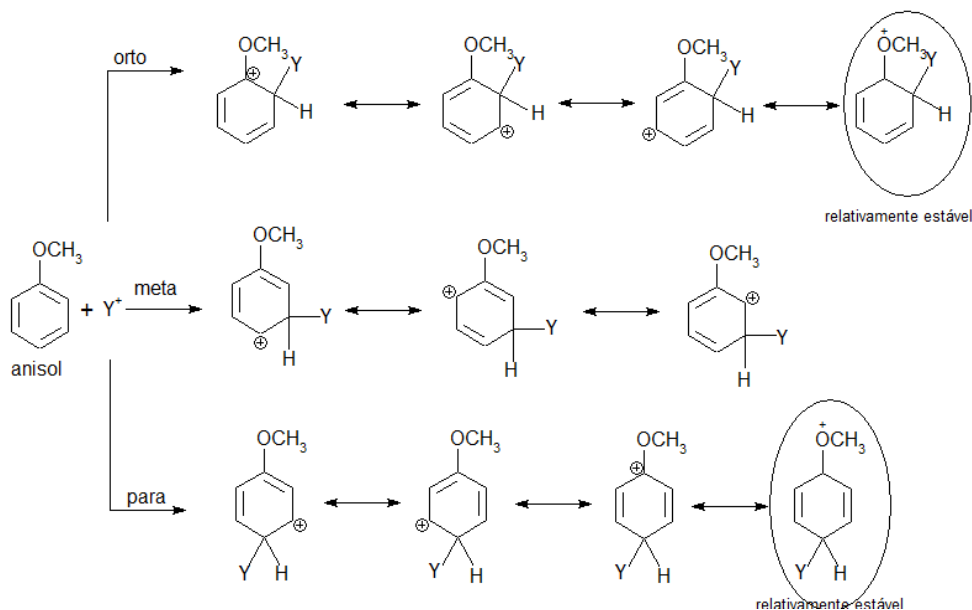


Figura 13. Estrutura do carbocátion do Anisol.

Fonte: BRUICE, p. 46, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

Observemos a figura 14:

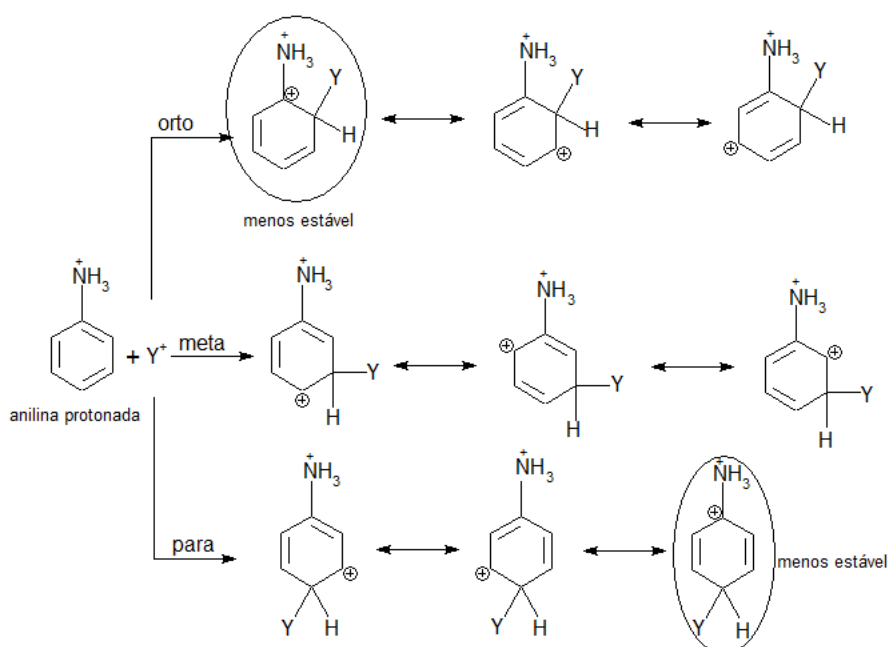


Figura 14. Estrutura do carbocátion da Anilina protonada.

Fonte: BRUICE, p. 46, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

Se notarmos o primeiro substituinte do anel da figura acima,

identificamos um íon amônio, que é um substituinte fortemente desativante e são fortes retiradores de elétrons indutivamente. Assim observamos que os carbocátions mais instáveis são os que possuem a carga positiva no carbono ligado diretamente a esse íon, pois toda a carga elétrica que tenta estabilizar esse carbono é retirada pelo íon amônio, dessa forma percebemos que essas estruturas são as duas marcadas com um círculo na figura, desse modo o único jeito de estabilizar esse composto é fazendo a substituição do H por Y a fim de permitir que os elétrons da ligação do H formada no carbocátion sejam transferidos para sanar a deficiência de cargas da estrutura (BRUICE, 2006).

### 3.2.2 Reações de Adição

#### 3.2.2.1 Aula 1: Adição em alcenos

Segundo Solomons (1982), os alcenos, também conhecido como alquenos, reagem de forma mais comum através de reações de adição, pois possuem uma ligação do tipo sigma e uma pi entre carbonos.

##### 3.2.2.1.1 Adição de hidrogênio (H<sub>2</sub>) ou Hidrogenação catalítica

A hidrogenação catalítica é um tipo de reação onde um alceno reage com o gás hidrogênio, na presença de um catalisador que pode ser Níquel (Ni), Platina (Pt) ou Paládio (Pd) e aquecimento. Os metais como catalisadores auxiliam essa reação, pois possuem a capacidade adsorver as moléculas de H<sub>2</sub> e do alceno enfraquecendo as ligações (PERUZZO e CANTO, 2006). Observemos na equação a seguir esse tipo de reação:

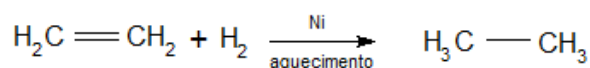


Figura 15. Hidrogenação catalítica.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 182, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

##### 3.2.2.1.2 Adição de Halogênios

Os Halogênios reagem com os alcenos, mas não necessitam de

catalisadores como no caso da hidrogenação, já que comparado ao gás hidrogênio os halogênios possuem uma eletronegatividade mais elevada. Por conta dessa propriedade a halogenação em alcenos não necessita de catalisadores para aumentar a velocidade da reação, pois a eletronegatividade acentuada dos constituintes do grupo 17 faz com que a reação entre o carbocátion e o halogênio seja mais favorável comparada a hidrogenação. Um exemplo é o que veremos na figura a seguir, onde o eteno reage com o gás cloro formando um di-haleto (PERUZZO e CANTO, 2006).

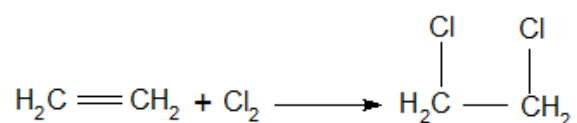


Figura 16. Cloração de alceno.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 183, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

### 3.2.2.1.3 **Adição de Haletos de Hidrogênio (HX)**

Adicionando HX (onde X é um halogênio) à dupla ligação do alceno. Podemos utilizar o alceno como solvente e borbulhar o haleto gasoso para que a reação aconteça ou dissolver o haleto em ácido acético e misturá-lo ao alceno. Existem duas formas dessa reação ocorrer, uma que é através da regra de Markovnikov que é apresentada no Ensino Médio e outra, que é a anti-Markovnikov, que acontece na presença de peróxidos (SOLOMONS, 1982).

A regra de Markovnikov nos mostra que se o segundo reagente possuir hidrogênio então o hidrogênio se ligará ao carbono da dupla que possui mais hidrogênios (SOLOMONS, 1982). Dessa forma observamos a equação a seguir:

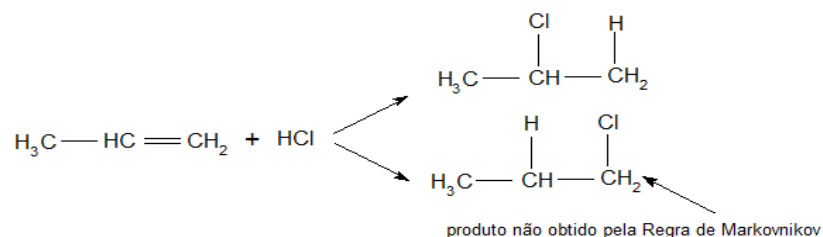


Figura 17. Equação da reação obtida através da regra de Markovnikov.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 183, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

#### 3.2.2.1.4 Adição de Água

A adição de água à um composto orgânico é também conhecida como hidratação. Para que essa reação aconteça é necessária a utilização de catalisador, os catalisadores utilizados nesse tipo de reação são os ácidos, os mais comuns são ácidos fosfórico e sulfúrico. Essa reação é interessante para obtenção de álcoois, já o álcool primário além do ácido necessita de elevada temperatura, o que podemos notar na equação a seguir (SOLOMONS, 1982).

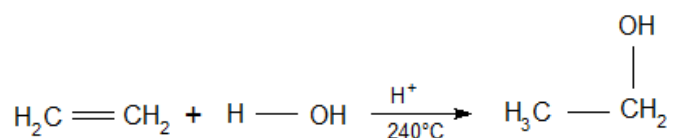


Figura 18. Hidratação de alceno.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 183, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

#### 3.2.2.2 Aula 2: Reações de adição à Alcinos

As reações aos alcinos podem ocorrer em duas etapas, na primeira a adição forma um alceno e na segunda um alceno depende da quantidade dos reagentes, é o que veremos nos próximos tópicos (PERUZZO e CANTO, 2006).

##### 3.2.2.2.1 Hidrogenação catalítica

A hidrogenação catalítica em alcinos pode formar alcanos se adicionar 2 mol de H<sub>2</sub> na presença de platina como catalisador. Se a intenção for a

formação de alceno a partir da adição de 1 mol de H<sub>2</sub> à um alcino, pode-se usar como catalisador boreto de níquel (Ni<sub>2</sub>B), por exemplo, ou ainda um catalisador do tipo lítio metálico (Li) em amônia (NH<sub>3</sub>) ou etil-amina (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>), a baixas temperaturas (SOLOMONS, 1982).

De acordo com Solomons (1982), há uma diferença nos dois catalisadores citados anteriormente quando falamos da formação de um alceno a partir de alcino, a diferença está na configuração *cis* e *trans* do alceno formado. Quando utilizado boreto de níquel, catalisador conhecido como P-2, obtemos um alceno com configuração *cis*, o que podemos observar na figura 19 e quando utilizamos um catalisador do tipo Li/C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>/-78° obtemos um alceno com configuração do tipo *trans*, o qual visualizamos na figura 20.

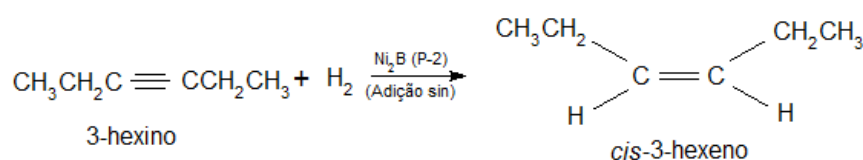


Figura 19. Hidrogenação catalítica em alcinos (Ni<sub>2</sub>B).

Fonte: SOLOMONS, p. 302, 1982; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

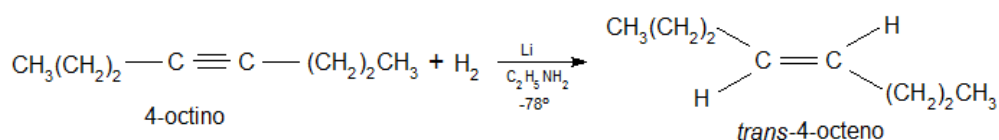


Figura 20. Hidrogenação catalítica em alcinos (Li/C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>/-78°).

Fonte: SOLOMONS, p. 303, 1982; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

Assim, justificamos que quando temos uma proporção 1:2 (1 mol de alcino para 2 mol de H<sub>2</sub>) temos com o catalisador apropriado obtemos um alceno. E quando temos uma proporção 1:1 com o catalisador apropriado obtemos um alceno (PERUZZO e CANTO, 2006).



### 3.2.2.2 Adição de Halogênios

A adição de halogênios ao alcino acontece de forma parecida com a adição de hidrogênio em alcinos, podemos formar um alcino dissustituído ou tetrasustituído depende da quantidade do reagente. O catalisador utilizado normalmente é o tetracloreto de carbono ( $\text{CCl}_4$ ), como mostra a equação abaixo (PERUZZO e CANTO, 2006; SOLOMONS, 1982).

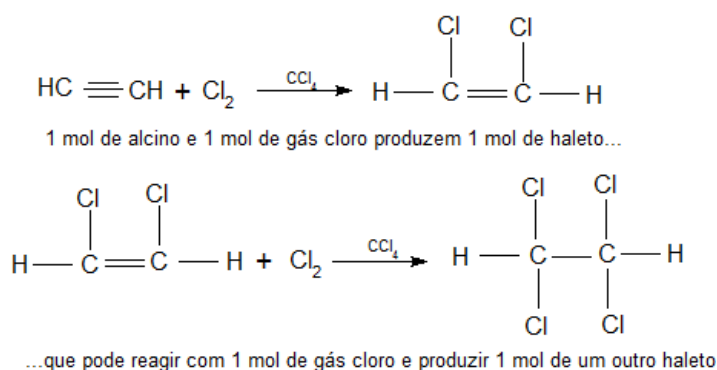


Figura 21. Adição de halogênios em alcinos (editada).

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 187, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

### 3.2.2.3 Adição de Haleto de Hidrogênio (HX)

Como já discutimos, quando adicionamos haleto de hidrogênio a um alceno, por exemplo, essa reação seguirá a regra de Markovnikov. Da mesma forma acontecerá quando adicionarmos esse haleto a um alcino, o que diferencia é a proporção do haleto de hidrogênio, o que permite a formação de um haleto com ligação dupla a partir de alcino ou a formação de um dialeto geminal (dois halogênios ligados ao mesmo carbono) a partir de um alcino (SOLOMONS, 1982). Observemos a equação a seguir:

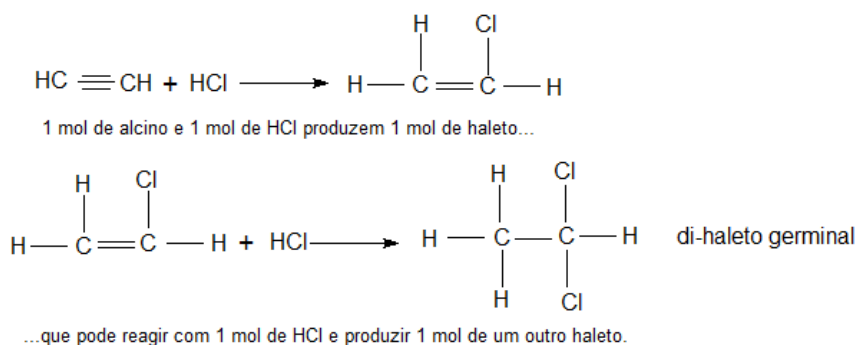


Figura 22. Adição de haletos de hidrogênio em alcinos.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 188, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

#### 3.2.2.2.4 Adição de água

A adição de água à um alcino é um pouco diferente das adições em alcenos que vimos até agora, pois a adição de 1 mol de água a um alcino produz um álcool vinílico ou enol. Esse produto sofre o que conhecemos como tautomerização e se rearranja em cetonas ou aldeídos (SOLOMONS, 1982).

A tautomeria é uma isomeria onde encontramos em equilíbrio dois isômeros de funções diferentes, um exemplo clássico de tautomeria é a ceto-énolica quando em solução ou no estado líquido encontramos tanto um composto cetona quanto um enol em equilíbrio (PERUZZO e CANTO, 2006). Se analisarmos a figura abaixo, veremos como se desenvolve uma tautomeria ceto-enólica:

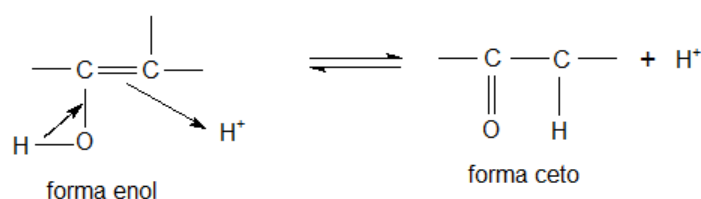


Figura 23. Tautomeria ceto-enólica.

Fonte: SOLOMONS, p. 305, 1982; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

Os alcinos permitem a adição da água quando catalisado por mercúrio ( $\text{Hg}^{+2}$ ) e ácido forte e também segue a regra de Markonikov (SOLOMONS, 1982). Observemos a equação a seguir:

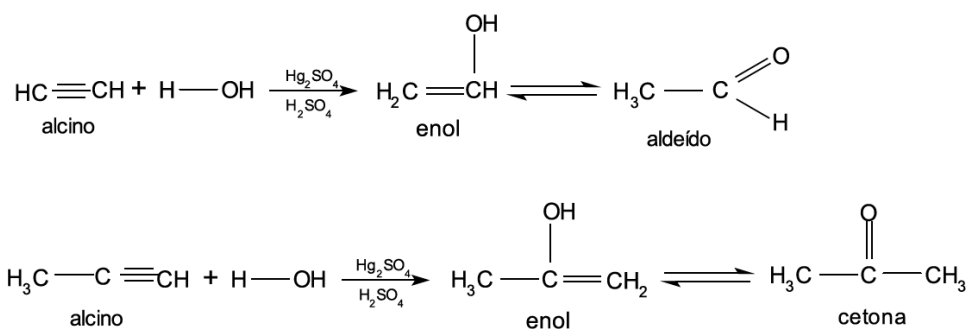


Figura 24. Adição de água em alcinos (editada).

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 188, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

Dessa forma podemos observar que o acetileno produz uma tautomerização aldo-enólica enquanto os demais alcinos geralmente geram um produto com tautomerização ceto-enólica (SOLOMONS, 1982).

### 3.2.2.3 Aula 3: Forçando a Adição em aromáticos

De acordo com Peruzzo e Canto (2006), a estabilidade dos aromáticos faz com esses compostos não tenham tendência a sofrer reações de adição. Mas se utilizarmos condições extremas é possível fazer com que as ligações intermediárias desses compostos sejam forçadas a reagir. Essas condições exigem catalisador apropriado, alta temperatura e alta pressão. Observemos um exemplo dessa reação na equação demonstrada na figura 25:

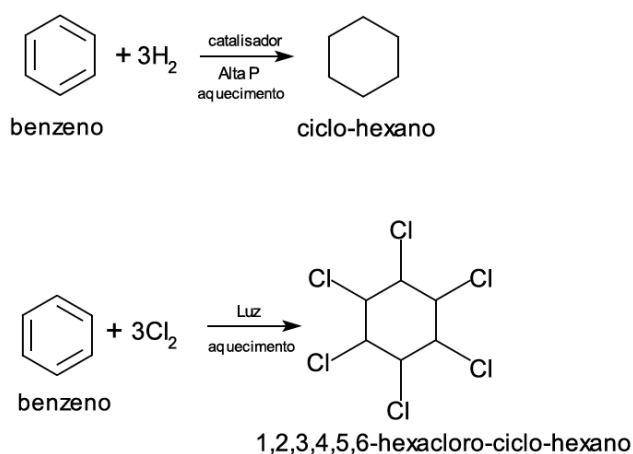


Figura 25. Forçando a adição do benzeno.

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 192, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

### 3.2.2.4 Aula 4: Ciclanos: adição x substituição

Se analisássemos o ciclopropano, ciclobutano, ciclopentano e ciclohexano e considerássemos que todos fossem planares, obteríamos a seguinte angulação entre os carbonos:

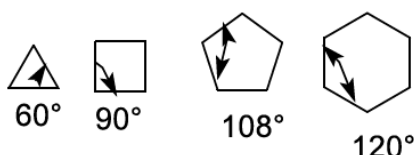


Figura 26. Ciclanos (editada).

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 194 e 195, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

Se compararmos essas angulações com o ângulo do tetraedro do carbono sp<sup>3</sup> que é de 109,5° aproximadamente, diríamos, assim como Baeyer, que o ciclopentano é o mais estável, pois possui um ângulo de 108° entre carbonos, dessa forma diríamos também que os demais ciclos possuem o que chamamos de tensão angular, que significa o desvio em relação aos 109,5° (SOLOMONS, 1982).

Mas a verdade é que nem todos os ciclos são planares, como o caso do ciclohexano. Esse ciclo possui o que chamamos de estrutura conformacional, ou seja, mais de uma forma não-planar de rearranjar seus átomos. Existem três

conformações desse ciclo que são livres da tensão angular que é a forma de cadeira, a forma de barco e a forma torcida como podemos ver na figura 27, onde os ângulos entre carbono-carbono são todos de  $109,5^\circ$ , assim esse ciclo é o mais estável dos quatro ciclo apresentados (SOLOMONS, 1982).



Figura 27. Conformações do ciclo-hexano.

Fonte: BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/>  
Acesso em: jan. 2017.

Pelo fato de o ciclopentano e do ciclohexano serem estáveis e livres dessa tensão angular, as reações que podem ocorrer com esses compostos são semelhantes às que ocorrem com os alcanos, ou seja, reações de substituição na presença de luz e calor como nos mostra a figura abaixo (SOLOMONS, 1982).

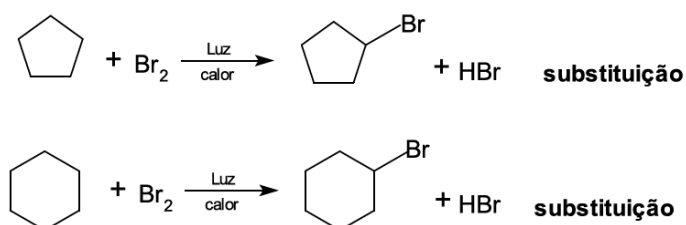


Figura 28. Substituição em Ciclanos (editada).

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 193, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

No entanto, com o ciclopropano a reação que acontece é a de adição. Por conta da alta tensão angular que esse ciclo apresenta ocorre o rompimento do ciclo, na presença de um ácido de Lewis e tetracloreto de carbono como catalisadores. Se utilizarmos esses catalisadores essa reação não ocorre no ciclobutano e nos outros ciclos já que os outros ciclos apresentam uma estabilidade elevada se compararmos ao ciclopropano (SOLOMONS, 1982). Observemos a figura abaixo:

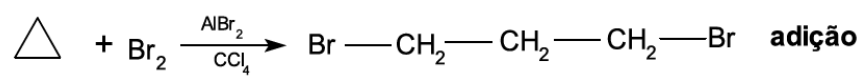


Figura 29. Adição em Ciclanos (editada).

Fonte: PERUZZO e CANTO, p. 193, 2006; BKChem. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

## CAPÍTULO 04

### 4.1 PRINCIPAIS RESULTADOS

#### 4.1.1 Categorias

Participaram efetivamente do processo de análise de dados 8 estudantes de um total de 22, pois foram os que realizaram todas as etapas da análise: questionários iniciais, questionário final e entrevista.

Os dados obtidos nos questionários inicial e final e nas entrevistas dos estudantes foram codificados e unitarizados, conforme Moraes (2003), iniciando os primeiros passos para proceder à Análise Textual Discursiva (ATD).

O questionário inicial foi realizado em duas partes, a primeira antes das aulas piloto de substituição e a segunda depois das aulas piloto, antecedendo o conteúdo de “Reações de Adição”. Lembrando que essas questões encontram-se no Apêndice B desse trabalho. O questionário final e a entrevista, também foram realizadas em duas etapas, e ambos estão disponíveis no anexo F e no apêndice C, respectivamente.

Moraes (2003), mencionando Lincoln e Guba (1985), comenta que uma das formas de se desenvolver as categorias de análise é o procedimento indutivo, no qual as categorias emergem do *corpus* da pesquisa e são agrupadas por semelhanças. Foi dessa maneira que utilizamos os pressupostos da ATD para criar as categorias deste trabalho. Analisamos as respostas do questionário inicial dos estudantes e agrupamos por semelhança dessa forma, pudemos observar os conhecimentos traduzidos pelos estudantes para então criarmos as categorias e os metatextos de cada categoria. Da mesma forma foram elaboradas as categorias referentes ao questionário final juntamente com a questão relacionada ao tema “reações de adição”, sugerida na entrevista.

A análise do nosso questionário inicial gerou as primeiras 7 categorias, enquanto a análise do questionário final e as entrevistas geraram as 5 categorias seguintes, indicadas no quadro 2.

Os conceitos demonstrados mencionados no quadro de categorias referem-se à quantidade de conceitos que os estudantes demonstraram em seus questionários, conceitos esses relacionados a diferenças entre alcanos, alcenos e alcinos ou fatores que alteram a velocidade da reação, por exemplo.

**Quadro 2.** Categorias de análise de dados

| <b>Conceitos demonstrados</b> | <b>Categorias</b> | <b>Concepção apresentada</b>  |
|-------------------------------|-------------------|---|
| Até 2 conceitos               | 1 <sup>a</sup>    | O estudante que se enquadra nessa categoria, identifica as diferenças básicas entre os compostos orgânicos (hidrocarbonetos) alcanos, alcenos e alcinos, relacionadas às ligações químicas e entende a importância dos fatores que alteram a velocidade da reação e/ou catalisadores.   |
| Até 3 conceitos               | 2 <sup>a</sup>    | Reações químicas são conceituadas como: “a união de compostos formando novos compostos”. Produtos e reagentes são identificados nas equações químicas desse estudante, além de apresentar a importância dos fatores que alteram a velocidade da reação química e/ou catalisadores.  |
| Até 4 conceitos               | 3 <sup>a</sup>    | Conceitua reações químicas como a “transformação da matéria”. Identifica reagentes e produtos em suas equações químicas. Demonstra a importância dos fatores que alteram a velocidade das reações e/ou catalisadores. Apresenta as ligações químicas como diferença básica entre alcanos, alcenos e alcinos.  |
| Até 4 conceitos               | 4 <sup>a</sup>    | O indivíduo expressa o conhecimento com relação à nomenclatura de aromáticos. Exemplifica compostos orgânicos como “petróleo e gás”. Indica, em suas equações, a presença dos reagentes e produtos. Demonstra a diferença básica entre alcanos, alcenos e alcinos através das ligações químicas.  |
| Até 5 conceitos               | 5 <sup>a</sup>    | O estudante identifica os reagentes e produtos em suas equações químicas. Conceitua reações químicas como “a união de uma ou mais substâncias, formando um ou mais produtos”. Define compostos orgânicos como “substâncias que em sua composição possuem carbono e hidrogênio, e exemplifica como petróleo e álcool”. Diferencia alcanos, alcenos e alcinos através de suas ligações e conhece a importância dos fatores que alteram a velocidade da reação e/ou catalisadores.                               |
| Até 6 conceitos               | 6 <sup>a</sup>    | Define reações químicas como “substâncias que ao reagir com outras têm, no final, um produto”. Identifica produtos e reagentes em suas equações químicas. Apresenta a definição de compostos orgânicos como “... o principal constituinte é o carbono, como no etanol e no metanol”. Tem conhecimentos sobre nomenclatura de aromáticos. Entende a importância dos fatores que alteram a velocidade das reações e/ou catalisadores. Diferencia alceno, alcenos e alcinos, a partir de suas ligações químicas. |
| Até 8 conceitos               | 7 <sup>a</sup>    | Indica os reagentes e produtos nas equações. Identifica/reconhece o conceito de tensão angular de ligação nos ciclanos. Demonstra conhecer a importância dos fatores que alteram a velocidade das reações e/ou catalisadores. Diferencia alceno, alceno e alcino através das ligações químicas. Domina  |



|                  |                 |  |
|------------------|-----------------|--|
|                  |                 | nomenclatura de ciclanos e alcinos. Conhece os princípios de reação de adição de haleto de hidrogênio, hidrogenação e halogenação.   |
| Até 9 conceitos  | 8 <sup>a</sup>  | Identifica reagentes e produtos em reações químicas. Conceitua tensão angular em ciclanos. Entende a importância dos fatores que alteram a velocidade da reação e/ou catalisadores. Diferencia alceno, alceno e alcino através das ligações. Conhece nomenclatura de ciclanos, alcinos e aromáticos. Conhece reações de adição de haleto de hidrogênio, hidrogenação e halogenação.  |
| Até 9 conceitos  | 9 <sup>a</sup>  | Identifica reagentes e produtos em reações químicas. Diferencia alceno, alceno e alcino através de ligações. Conceitua tensão angular em ciclanos. Domina nomenclatura de ciclanos, alcinos e cetonas. Conhece reações de adição de haleto de hidrogênio, hidratação, hidrogenação e halogenação.  |
| Até 10 conceitos | 10 <sup>a</sup> | Conceitua tensão angular em ciclanos. Identifica os produtos e reagentes de uma reação química. Demonstra saber a importância dos fatores que alteram a velocidade da reação e/ou catalisadores. Demonstra a diferença de alceno, alceno e alcino através de ligações. Possui conhecimento de nomenclatura de ciclanos, alcinos, aromáticos e cetonas. Conhece reações de adição de halogenação, hidrogenação e hidratação.          |
| Até 11 conceitos | 11 <sup>a</sup> | Demonstra conhecer o conceito de reagente e produto. Identifica o conceito de tensão angular em ciclanos. Conhece a importância dos fatores que alteram a velocidade das reações e/ou catalisadores. Diferencia alceno, alceno e alcino através das ligações químicas. Domina nomenclatura de ciclanos, alcinos, aromáticos e cetonas. Identifica reações de adição de haleto de hidrogênio, hidratação, hidrogenação e halogenação. |

Fonte: o próprio autor.

#### 4.1.2 Análise do Questionário Inicial

Ao analisarmos os questionários iniciais dos 8 estudantes, observamos os seguintes dados, apresentados na Tabela 1, a seguir.

**Tabela 1 – Quantidade de estudantes e as categorias, análise inicial.**

| Conceitos demonstrados | Categorias     | Quantidade de estudantes |
|------------------------|----------------|--------------------------|
| Até 2 conceitos        | 1 <sup>a</sup> | 1                        |
| Até 3 conceitos        | 2 <sup>a</sup> | 1                        |
| Até 4 conceitos        | 3 <sup>a</sup> | 2                        |
| Até 4 conceitos        | 4 <sup>a</sup> | 1                        |

|                 |                |   |
|-----------------|----------------|---|
| Até 5 conceitos | 5 <sup>a</sup> | 2 |
| Até 6 conceitos | 6 <sup>a</sup> | 1 |
| Total           |                | 8 |

Os resultados apresentados na Tabela 1 foram cotejados a partir dos questionários iniciais dos estudantes, e essas análises estão apresentadas no Quadro 3.

**Quadro 3.** Análise das respostas do questionário inicial de cada estudante.

| <b>Categorias</b>    | <b>Respostas dos estudantes</b> | <b>Análises Iniciais</b>   |
|----------------------|---------------------------------|--|
| <b>1<sup>a</sup></b> | Anexo G – E5                    | Podemos notar na resposta referente ao primeiro questionamento que o estudante menciona o fato do alceno ser pouco reativo, por isso a necessidade de luz e calor para que a reação aconteça. Dessa forma, podemos destacar que o estudante entende a importância dos fatores que alteram a velocidade da reação. No segundo questionamento, percebemos que, além de outras informações o estudante não se esquece de mencionar a principal diferença quando se trata de estrutura de alcanos, alcenos e alcinos, que são os tipos de ligações químicas entre os carbonos. As outras questões do estudante não obtiveram respostas que demonstrassem a apropriação de conceitos diferentes desses mencionados, por isso esse questionário está na 1 <sup>a</sup> categoria.  |
| <b>2<sup>a</sup></b> | Anexo H – E8                    | Quando o estudante E8 refere-se a elementos químicos que se misturam formando um produto, na verdade, ele quer dizer substâncias. Indagado pela pesquisadora sobre essa questão, ele responde “elemento é tipo HCl, qualquer coisa assim”. Desse modo, podemos dizer que esse estudante não distingue substância composta de elemento químico, mas possui uma ideia básica do que significa reações químicas. Observamos também que ele não desenha/representa a estrutura do tolueno solicitada na letra a) do terceiro exercício, mas desenvolve uma reação de alquilação com o benzeno, colocando em seus lugares os reagentes e os produtos. Assim, podemos inferir que esse estudante compreende o conceito de reagentes e produtos. Além disso, E8 identifica em suas equações químicas os catalisadores, que são necessários para que haja a alquilação e acilação. E quanto ao questionamento sobre a importância da luz e calor em reações de substituição, do tipo halogenação, ele afirma que são importantes para o rompimento da ligação no átomo de hidrogênio. Dessa forma, concluímos que ele compreende a importância dos fatores que alteram a velocidade das reações e dos catalisadores, por isso se enquadra na |

|                |              | categoria 2.  |
|----------------|--------------|---|
| 3 <sup>a</sup> | Anexo I – E4 | Ao responder sobre reações químicas, o estudante E4, não define/explica muito bem sobre um conceito que pudéssemos analisar. Mas, observando o exemplo que o estudante utilizou, percebemos que ele indica equações de reações de ionização de ácidos, onde temos uma substância composta convertendo-se em íons. A definição de reações químicas, que é apresentada aos estudantes do ensino básico é que “uma reação química é a transformação da matéria”, se analisarmos o exemplo desse estudante, sobre essa definição, poderíamos dizer que esse estudante tem uma ideia sobre reações químicas, mesmo não tendo colocado as substâncias compostas em contato com o solvente. O estudante demonstra em sua resposta, quando questionado sobre luz e calor, entender a importância dos fatores que alteram a velocidade da reação, no caso da halogenação em alcanos os fatores são imprescindíveis para que ocorra. Além disso, é notável que utiliza catalisadores nas letras a) e b) do quarto exercício mesmo não desenvolvendo as equações corretamente, aliás, nessa mesma equação esse estudante indica corretamente os reagentes e os produtos, o que demonstra conhecimento sobre esses conceitos. No último exercício apresenta exemplos de alcano, alceno e alcino, sinalizando a diferença de ligação entre eles. |
| 3 <sup>a</sup> | Anexo J – E3 | A primeira resposta do estudante nos mostra que ele define reações químicas como “uma transformação da matéria”. Na segunda resposta percebemos que, mesmo confundindo calor e luz com efeitos de catalisador, o estudante entende a importância da utilização dos mesmos para que a reação aconteça, pois menciona a estrutura rígida do alcano. Utiliza o catalisador corretamente no terceiro exercício, mesmo não desenvolvendo a equação de forma correta. Observamos ainda, que o estudante entende o papel dos reagentes e produtos em uma reação química e sabe localizá-los em uma equação. Notamos também, que esse estudante diferencia alcanos, alcenos e alcinos através de ligações, por isso esse questionário está inserido na terceira categoria.  |
| 4 <sup>a</sup> | Anexo K – E7 | Quando questionado sobre compostos orgânicos o estudante cita exemplos dos mesmos de forma correta. Constatamos que E7 identifica as estruturas do metil benzeno, etil-benzeno e pentano, a partir das nomenclaturas. Identificamos também que o estudante coloca os reagentes e produtos nos lugares corretos das equações químicas e, no último questionamento, apresenta as ligações que caracterizam os compostos alcanos, alcenos e alcinos. Desse modo, há a emergência da 4 <sup>a</sup> categoria.  |
| 5 <sup>a</sup> | Anexo L – E2 | E2 defende que, para que haja reação química, é necessário a mistura de duas ou mais substâncias. Cita, como exemplo de compostos orgânicos, petróleo e álcool. Mesmo confundindo luz e calor com os efeitos de catalisador, afirma que esses fatores são importantes na reação de halogenação do alcano, por conta de sua  |

|                |              |  |
|----------------|--------------|--|
|                |              | estrutura rígida. Além disso, utiliza corretamente os catalisadores nas equações químicas do exercício seguinte. Observamos que esse estudante tem conhecimento sobre reagente e produto, pois dispõe corretamente os mesmos nas equações químicas. Analisamos que E2 demonstra a diferença de alcanos, alcenos e alcinos através das ligações sigma e pi.   |
| 5 <sup>a</sup> | Anexo M – E6 | O estudante E6, define reações química como a mistura de uma ou mais substâncias formando um ou mais produtos. Diz que compostos orgânicos são os que apresentam carbono e hidrogênio em sua composição. Argumenta que a luz e o calor são fundamentais nas reações de halogenação dos alcanos, pois esses são pouco reativos e necessitam de fatores que influenciam para que a reação aconteça, além de utilizar os catalisadores nas reações de Friedel-Crafts que também são fatores que auxiliam para melhor condições de obtenção dos produtos dessa forma, observamos que o estudante entende a importância desses fatores. Percebemos também, que o aprendiz coloca os reagentes e produtos de forma correta nas equações químicas e distingue alcanos, alcenos e alcinos através de ligações, por isso esse questionário está contemplado pela 5 <sup>a</sup> categoria.  |
| 6 <sup>a</sup> | Anexo N – E1 | Percebemos, na resposta do estudante E1 sobre compostos orgânicos, que ele indica como principal constituinte o carbono. E exemplifica ainda com o etanol e o metanol. Percebemos que esse estudante entende a importância sobre os fatores que alteram a velocidade da reação, pois o estudante diz que luz e calor são importantes numa reação de halogenação de alcanos porque ajuda a reação a “ter condições” de ocorrer. Observamos também que o estudante identifica produtos e reagentes pelo fato de ter colocado tanto o metil-benzeno quanto o etil-benzeno, que estavam no enunciado do exercício, antes da seta constando como reagente. Verificamos que E1 estruturou o tolueno e o etil-benzeno partindo de sua nomenclatura, assim concluímos que esse estudante possui afinidade com a nomenclatura desse tipo de composto. Por fim, atentamos para o fato do aprendiz distinguir alceno, alceno e alcino através do tipo de ligação, por isso esse questionário relacionou-se à categoria 6. |

Fonte: o próprio autor.

#### 4.1.3 Análise do Questionário Final

O exame do questionário final dos estudantes juntamente com a questão da entrevista que referia-se ao conteúdo reforçou-nos o resultado apontado na tabela 2.

**Tabela 2 – Quantidade de estudantes e as categorias, análise final.**

| Conceitos demonstrados | Categorias      | Quantidade de estudantes |
|------------------------|-----------------|--------------------------|
| Até 8 conceitos        | 7 <sup>a</sup>  | 1                        |
| Até 9 conceitos        | 8 <sup>a</sup>  | 2                        |
| Até 9 conceitos        | 9 <sup>a</sup>  | 1                        |
| Até 10 conceitos       | 10 <sup>a</sup> | 1                        |
| Até 11 conceitos       | 11 <sup>a</sup> | 3                        |
| Total                  |                 | 8                        |

Os resultados pesquisados na tabela 2 foram obtidos através das respostas dos estudantes diante de um questionário, essas respostas foram analisadas e estão exibidas no quadro 4.

**Quadro 4.** Análise das respostas do questionário final (para cada estudante).

| Categorias     | Respostas dos estudantes | Análise Final  |
|----------------|--------------------------|--|
| 7 <sup>a</sup> | Anexo O – E1             | Observamos que esse estudante entende o significado de reagente e produto, pois coloca os reagentes antes da seta e os produtos, que são a transformações dos reagentes, depois da seta. Notamos que E1 entende o sentido de tensão angular nos ciclanos, pois nas equações de ciclanos de 3 e 4 carbonos faz o rompimento do ciclo e a reação de adição nos mesmos. Conhece a importância dos fatores que influenciam na velocidade da reação, pois mesmo não desenvolvendo a equação corretamente no exercício 4, utiliza como catalisador o ácido como menciona o exercício. Estrutura ciclanos e alcinos a partir da nomenclatura contida nos exercícios. Diferencia alcenos e alcinos, pois quando mencionado para desenhar a estrutura do alceno o apresenta com ligação dupla e o propino com ligação tripla. Desenvolve corretamente a reação de hidrogenação, halogenação e adição de haleto de hidrogênio. |
| 8 <sup>a</sup> | Anexo P – E6             | É perceptível que o estudante E6 entende tensão angular em relação as ligações, pois quando desenvolve as equações do ciclopropano e do ciclobutano utiliza equações de adição e não de substituição e menciona sobre o rompimento desses ciclos. Notamos que E6 identifica reagentes e produtos, colocando os reagentes antes da seta e os produtos depois da seta. É demonstrada a importância dos fatores que alteram a velocidade da reação e/ ou catalisadores nas equações desse estudante através das menções que faz nas equações. Mesmo não tendo feito a estrutura conforme o último exercício pedia, o estudante caracterizou o composto alceno com uma ligação dupla dessa forma, observamos que ele diferencia alcanos, alcenos e alcinos. Constatamos que o estudante tem  |

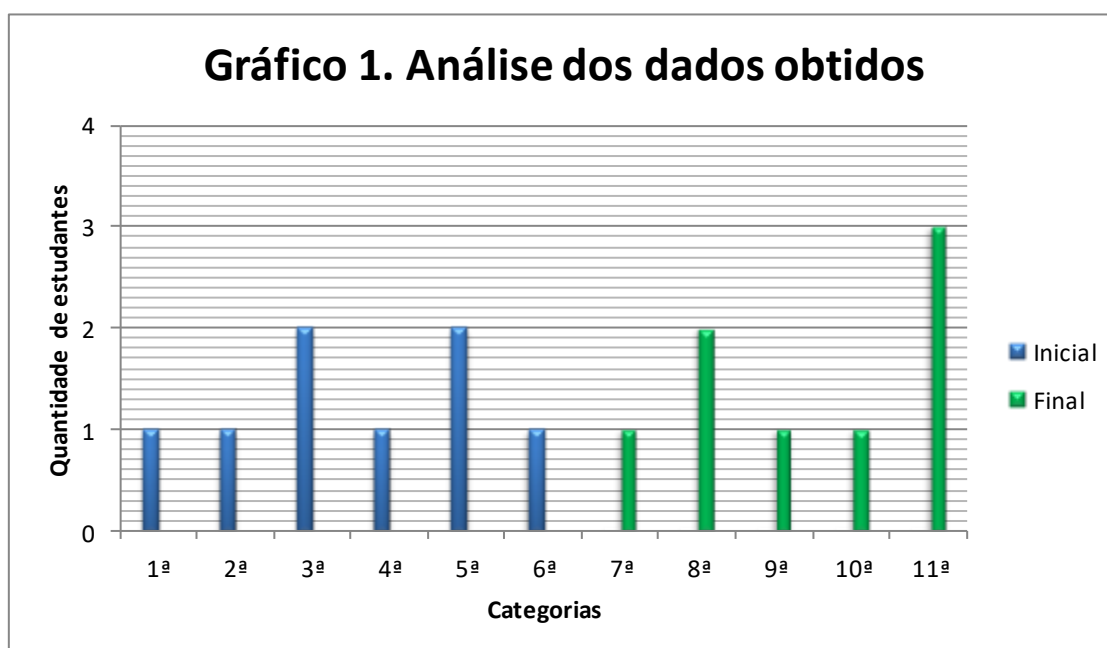
|                 |                 |   |
|-----------------|-----------------|---|
|                 |                 | afinidade com nomenclatura de ciclanos, mesmo não preenchendo os carbonos com os hidrogênios, pois todas as suas estruturas demonstram a tervalência do carbono, tem afinidade com nomenclatura de aromáticos através do benzeno e de alcinos através do propino. Verificamos também o desenvolvimento das equações das reações de halogenação, hidrogenação e adição de haletos de hidrogênio.   |
| 8 <sup>a</sup>  | Anexo Q –<br>E8 | Notamos que E8 identifica reagentes e produtos, colocando os reagentes antes da seta e os produtos depois da seta. E8 conhece sobre a tensão angular em relação as ligações, pois ao escrever as equações do ciclos de 3 e de 4 carbonos utiliza reações de adição e não de substituição e menciona sobre o rompimento desses ciclos. Esse estudante expressa a importância dos fatores que alteram a velocidade da reação nas equações, utilizando os catalisadores corretamente nas equações. O estudante caracterizou o composto alceno com uma ligação dupla, assim podemos dizer que ele diferencia alcanos, alcenos e alcinos. Percebemos que há conhecimento sobre nomenclatura de ciclanos, que há afinidade com nomenclatura sobre compostos aromáticos através do benzeno e de alcinos através do propino. Descobrimos também a elaboração das equações das reações de halogenação, hidrogenação e adição de haletos de hidrogênio. |
| 9 <sup>a</sup>  | Anexo R -<br>E7 | Ao analisarmos as respostas de E7, vemos que ele tem entendimento de reagente e produto ao colocá-los em seus lugares corretamente, antes e depois da seta nas equações químicas. Tem conhecimento sobre tensão angular de ligação, pois rompe os ciclos instáveis e permite que as reações de adição aconteçam, isso é verificado em suas equações. Diferencia alceno, alceno e alcino quando desenha a estrutura de um alceno no exercício 5 com uma ligação dupla e do propino com uma ligação tripla. Possui afinidade com nomenclatura de ciclanos quando desenha a estrutura a partir da nomenclatura no primeiro exercício, alcinos quando faz a estrutura do propino e cetonas quando desenvolve a reação e identifica o produto final como uma propanona. Tem conhecimento de reações de halogenação e hidrogenação (1º exercício), hidratação (4º exercício) e adição de haleto de hidrogênio (5º exercício).                       |
| 10 <sup>a</sup> | Anexo S –<br>E5 | E5 demonstrou em suas respostas que tem conhecimento sobre reagentes e produtos, uma vez que dispõe assertivamente de seus locais em equações químicas. Apresenta o conceito de tensão angular permitindo o rompimento dos ciclos que obtém essa tensão de forma que ocorra as reações de adição. Observamos que onde é necessária a utilização de fatores que influenciem na velocidade da reação e/ou catalisadores E5 não esquece de anotá-los. A distinção entre alcanos, alcenos e alcinos são notadas em suas respostas através das ligações químicas. Relaciona nomenclatura e fórmula estrutural de ciclanos, alcinos, aromáticos e cetonas quando os exercícios questionam. Conhece reações de halogenação, hidrogenação e hidratação.   |

|                 |                        |  |
|-----------------|------------------------|--|
| 11 <sup>a</sup> | Anexo T –<br>E4        | Observamos que E4 entende o significado de reagente e produto, pois coloca os reagentes antes da seta e o produtos, que são a transformações dos reagentes, depois da seta. É perceptível que E4 demonstra o sentido de tensão angular dos ciclanos, pois nas equações de ciclanos de 3 e 4 carbonos faz o rompimento do ciclo e demonstra em suas equações a reação de adição nos mesmos. Diferencia alcanos, alcenos e alcinos através de ligações sigma e pi. Vemos que esse estudante demonstra os fatores que possuem influência na reação quando a reação necessita deles. Observamos que ele desenvolve a estrutura de compostos como: ciclanos, alcinos, aromáticos e cetonas. Desenvolve significado de reações de halogenação, hidrogenação, hidratação e adição de haleto de hidrogênio, mesmo não tendo destacado todas as características do alceno que o exercício 5 pedia.  |
| 11 <sup>a</sup> | Anexo U –<br>E3        | É perceptível que o estudante E3 entende sobre a tensão angular em relação as ligações, pois quando desenvolve as equações do ciclopropano e do ciclobutano utiliza equações de adição e não de substituição e menciona sobre a “quebra” desses ciclos. E3 identifica reagentes e produtos, colocando os reagentes antes da seta e os produtos depois da seta. Diferencia alcanos, alcenos e alcinos através das ligações simples, duplas e triplas. Ele demonstra a importância dos fatores que alteram a velocidade da reação e/ou catalisadores nas equações através das menções que faz. Notamos nas respostas desse aprendiz que ele faz relação da fórmula estrutural e nomenclatura de ciclanos, alcinos, aromáticos e cetonas. Possui entendimento sobre reações de adição de haletos de hidrogênio, ainda que não tenha apresentado a estrutura correta do alceno que o exercício exigia, conhece os princípios das reações de halogenação, hidrogenação e hidratação.  |
| 11 <sup>a</sup> | Anexo V, X<br>e Z – E2 | Através das respostas de E2 ao questionário constatamos que ele tem entendimento de reagente e produto ao colocá-los em seus lugares corretamente, antes e depois da seta nas equações químicas. Possui conhecimento sobre tensão angular de ligação, pois rompe os ciclos instáveis e permite que as reações de adição aconteçam, demonstrando-as em suas equações. Diferencia alceno, alceno e alcino quando desenha ligações duplas identificando alcenos e triplas para alcinos. Percebemos que entende a importância de alguns fatores externos nas reações para que elas possam ocorrer, quando utiliza luz e calor na reação de aromáticos. Vemos que esse estudante desenvolve nomenclatura de ciclanos e aromáticos e possui compreensão de reações de hidrogenação, halogenação e adição de haletos de hidrogênio. Como ficamos em dúvida se esse estudante possuía entendimento sobre nomenclatura de alcinos, cetonas e reações de hidratação recorremos as respostas obtidas por ele nas entrevistas dispostas nos anexos X e Z. Com isso constatamos que esse estudante possui conhecimento sobre nomenclatura de alcinos, cetonas e entende o princípio de reações de hidratação. |

**Fonte:** o próprio autor.

#### 4.1.4 Resultado Final e Discussões

O resultado da análise dos dois questionários, juntamente com a entrevista, está representada no Gráfico 1.



Notamos, por esse gráfico, que houve um nivelamento inicial dos estudantes com relação aos “conceitos iniciais” recuperados, enquanto sobre os “novos conceitos”, adquiridos ao longo da investigação, houve algum desenvolvimento em alguns estudantes.

Se observarmos os conceitos analisados no *corpus* da pesquisa e confrontarmos com o material didático utilizado pelos estudantes (livro texto dos autores Peruzzo & Canto, 2006), verificamos que os estudantes haviam tido contato com alguns desses conceitos anteriormente e destacando que novos conceitos foram introduzidos ao longo desta pesquisa: “Reações de adição de Hidrogenação, Halogenação, Hidratação e Adição de Haletos de Hidrogênio”.

Constatamos, num aspecto quantitativo, que nessa investigação 12,5% dos estudantes compreenderam 3 conceitos novos e 6 conceitos que foram recuperados e/ou reaprendidos. Ainda, 25% compreenderam 3 conceitos novos e recapitularam 7 conceitos “antigos”, 12,5% se apropriaram de 4 conceitos e recordaram 6 conceitos, 12,5% compreenderam 3 conceitos e



relembrou/recuperou 8 e, finalmente 37,5% entenderam 4 conceitos e recordaram 7 conceitos.

Percebemos através da Teoria da Ação Mediada de autoria de James Wertsch (1985, 1991,1998,1999, 2002), que os estudantes atribuíram significados aos conceitos apresentados. Ao longo do percurso desta proposta de intervenção, com a utilização da *flipped classroom*, disponibilizamos diversas ferramentas culturais para que os estudantes pudessem mediar seus processos de domínio com relação aos conceitos e significados sobre o tema (reações orgânicas de adição). Entre elas, utilizamos computadores, vídeos, linguagem escrita e verbal de diversas fontes. Assim, a partir delas, os estudantes tiveram a oportunidade de acessar a linguagem científica, na sua forma significada (conceitual), através da fonte na qual se sentissem mais à vontade. Podiam consultar os vídeos, a internet, o livro didático, as suas próprias anotações, os colegas, o professor, enfim, o que preferissem, para os auxiliar na resolução dos exercícios propostos em sala de aula.

Wertsch (1991), considera essa variedade de ferramentas como “kit de ferramentas”, elas são importantes para que o indivíduo chegue a uma das propriedades da ação mediada, que Wertsch (1999) designa como objetivo. No caso dos sujeitos desta investigação, o objetivo era resolver os exercícios que lhes foram propostos em sala de aula, sobre o conteúdo apresentado, além de atribuir significação a estes conceitos. Wertsch nos explica ainda, que normalmente os objetivos das ferramentas e dos indivíduos são distintos, por isso é necessário que os indivíduos tenham o que esse autor denomina como “domínio” dessas ferramentas para que eles possam utilizar outras ferramentas quando o objetivo da ferramenta já não for o mesmo que o do indivíduo. É como se fosse um caça ao tesouro. O objetivo do indivíduo é encontrar o tesouro e ele tem disponível cinco ferramentas, mas cada uma delas só o levará a uma pista. Para isso, ele precisará ter o domínio das cinco, pois terá de trocá-las quando seu objetivo for encontrar uma nova pista. Assim o objetivo final do indivíduo é um, mas até chegar a esse objetivo ele possui objetivos anteriores, ou seja, para aprender a andar de bicicleta sem rodinhas o pai ensina o filho a andar de bicicletas com rodinhas primeiramente dessa forma, o primeiro objetivo da criança é aprender a andar de bicicleta com as rodinhas para então chegar ao seu objetivo final que é retirar as rodinhas e andar livremente com sua bicicleta.

Para reforçar a ideia de que as várias ferramentas foram

importantes, no processo de elaboração desses novos significados, os estudantes deixaram isso bem claro em algumas respostas sobre o questionamento que fizemos na entrevista. Indicamos essas respostas no quadro 5.

**Quadro 5.** Análise das entrevistas (sobre as ferramentas culturais).

| Respostas dos estudantes  | Análise do Pesquisador   |
|---|--|
| <p><b>Pesquisadora: E sobre essas aulas que a gente fez com vídeos, o que você achou?</b><br/>E3: Eu achei que facilitou muito, porque a gente aprendeu mais, a gente se dedicou mais e enquanto a gente estudava a gente tinha uma instrução de como fazer, de como montar, a gente foi avaliado, enquanto a gente aprendia aquilo era cobrado pra ver se realmente a gente aprendeu, então pra mim desse jeito foi mais fácil, eu aprendi muito mais.</p> | <p>Na resposta desse estudante, observamos que ele ressalta que com essa metodologia, além de assistirem os vídeos os estudantes precisaram se dedicar um pouco mais, subentende-se que os estudantes tiveram que anotar sobre o conteúdo e/ou pesquisar para que suas dúvidas fossem tiradas, e/ou consultar o professor ou colega para sanar suas dúvidas. Dessa forma, observamos que a ferramenta cultural “vídeo” não foi o suficiente para que o objetivo fosse atingido, assim o estudante precisou dominar outras ferramentas para chegar ao seu alvo.</p> |
| <p><b>Pesquisadora: Mas você acha necessário ter os dois tipos de avaliação, individual e em grupo ou só uma delas?</b><br/>E4: Sim, eu acho que em grupo é bom porque as pessoas aprendem a se ajudar e daí ouvir as outras também, a uma certa democracia nisso. Já individual ou você sabe ou você não sabe, já é mais por você mesmo, mas é bom, funciona sim.</p>  | <p>É notável que E4, julga importante outras formas de avaliação das atividades dos estudantes. Vemos como avaliação, não apenas como o professor os avalia, mas como eles preferem ser avaliados. Percebemos que eles preferem que várias opções lhes sejam ofertadas, ou seja, eles preferem utilizar várias formas de avaliação para chegarem a atingir a meta proposta.</p>  |
| <p><b>Pesquisadora: E sobre essas aulas que a gente fez com vídeo, o que você achou?</b><br/>E5: Eu gostei, porque saiu um pouco da rotina e porque no vídeo explicava todas as dúvidas quase, era um vídeo que explicava bastante, dava exemplos então não precisava ficar perguntando e quando perguntava vocês sempre foram abertas a responder, eu gostei dos vídeos.</p>   | <p>Quando o estudante refere-se a “vocês sempre foram abertas” ele se refere a pesquisadora e a estagiária que participou da pesquisa. Mais uma vez notamos que quando a ferramenta cultural “vídeo” não supria as necessidades do estudante, ele recorria a outra ferramenta, isso significa que ele desenvolveu domínio sobre outra ferramenta que poderia utilizar quando o objetivo da ferramenta “vídeo” fosse diferente do seu.</p>  |

**Fonte:** o próprio autor.

De acordo com Bergmann e Sams (2012), a sala de aula invertida, foi criada para que os estudantes, que por algum motivo não podiam frequentar as aulas de Química, não ficassem sem o conteúdo ministrado em suas aulas. Logo, eles aprimoraram a metodologia e desenvolveram-na com o objetivo fundamental de maximizar o tempo do professor em sala de aula, modificando o papel do professor

na direção da mediação e tutoria, tornando as aulas mais interativas, participativas. Para isso, umas de suas instruções era que ao invés dos professores ministrarem uma hora de conteúdo em sala de aula, apresentassem vídeos de 10 a 15 minutos.

Expusemos vídeos de até 7 min 30 seg em nosso canal no YouTube® e pedimos para que nossos estudantes os assistissem. A vantagem de os vídeos serem de curta duração foi observadas por nossos estudantes, como podemos notar no quadro 6. Além disso, identificamos que uma estudante, por conta de problemas de saúde, precisou se ausentar por um determinado tempo durante o desenrolar da pesquisa e desenvolveu suas atividades praticamente da mesma forma, mas com algumas peculiaridades, isso também está relatado no quadro 6.

**Quadro 6.** Análise das entrevistas (referente a metodologia).

| Respostas dos estudantes  | Análise da Pesquisadora   |
|---|---|
| <p><b>Pesquisadora: E sobre as aulas que a gente fez com vídeo, o que você achou?</b><br/>E8: Eu achei bem legal, tipo é um negócio bem mais curto do que ficar lá na frente falando e da pra entender bem tipo é bem simples de entender.</p>  | <p>É perceptível que o fato dos vídeos serem curtos e a metodologia permitir o papel ativo do estudante, fornece condições para o estudante desenvolver as atividades em sala de aula. Essa foi a diferença, com relação às aulas ditas “tradicionais”, que eles mais comentaram.</p> |
| <p><b>Pesquisadora: Você foi um caso diferente dos outros estudantes, porque nós fizemos dois módulos dessa aula. O primeiro módulo de reações de substituição e depois o segundo de reações de adição. O módulo que vai pra pesquisa é o módulo de reações de adição, o de substituição foi um módulo piloto. O de adição você praticamente não participou em sala, porque você ficou de atestado. Então você fez praticamente esse módulo em casa. E você acha que se você estivesse na escola e não tivesse essa metodologia, fosse a metodologia que a sua professora usa, acha que você teria mais dificuldade nesse conteúdo?</b></p> <p>E1: Teria, porque por exemplo, eu consegui estudar em casa, consegui ver os vídeos, fiz as anotações, consegui fazer os exercícios, tive dificuldades em alguns exercícios? Tive, mas eu consegui fazer porque imagina se eu não tivesse o conteúdo, sem ser o vídeo não teria como eu fazer. Tipo eu faria, mas</p> | <p>Percebemos que mesmo com a ausência desse estudante ele conseguiu desenvolver o conteúdo abordado em sala de aula. Essa é uma das vantagens do uso da “sala de aula invertida”, que pudemos presenciar ao longo da pesquisa.</p>   |

|  |  |
|--|--|
| <p>sem saber. Então o vídeo ajudou. Até então alguns alunos que passam que não dá pra vir a aula, porque a aula o que você tá fazendo é para os exercícios, você falou as aulas seriam para os exercícios e os vídeos seriam em casa, então se a pessoa faltou ela pode assistir o vídeo e fazer os exercícios tranquilo, a questão seria tirar dúvidas. Porque se você está na aula, você está fazendo o exercício, você tira dúvida, isso que ela ia perde só que depois ela dá pra correr atrás. É muito mais fácil do que você perder tipo uma explicação.</p> |  |
|--|--|

**Fonte:** o próprio autor.

Observamos ainda uma série de atributos relacionados aos aspectos didático-pedagógicos dentre as “vantagens” na utilização dessa metodologia:

- a) a interatividade entre os estudantes;
- b) o envolvimento com a tecnologia;
- c) a motivação por conta da utilização da tecnologia e o fato de ser uma metodologia diferenciada;
- d) o estudante desenvolve seu papel ativo e é co-responsável por sua aprendizagem;
- e) o estudante poder assistir aos vídeos sobre os temas que serão estudados quando quiser, pausar e rever quantas vezes quiser e onde quiser;
- f) o estudante desenvolve a percepção sobre o material disponibilizado, julgando se é suficiente para iniciar sua aprendizagem e se necessita ou não tirar dúvidas e se aprofundar sobre os temas;
- g) o aprendizado surge como resultado do trabalho coletivo.

Observamos também algumas “desvantagens” em aplicar essa metodologia, relacionadas à nossa realidade escolar:

- a) a dificuldade dos estudantes em reconhecer que precisam realizar atividades extra classe;
- b) a rigidez do espaço escolar com relação à tecnologia;
- c) a falta de estrutura tecnológica da escola, inclusive a ausência de material tecnológico disponível para todos;
- d) a disponibilidade de alguns estudantes para desempenhar tarefas extra classe;

e) o número de ausências dos estudantes, durante as aulas dedicadas à pesquisa.

Porém, dentre as desvantagens observadas em nossa realidade escolar, a maioria se mostrou passível de superação, com exceção da ausência dos estudantes às aulas, que era um problema insolúvel, mas aí entrava a proposta principal da abordagem (estudar fora do ambiente escolar).

Com relação à resistência dos estudantes a realizarem as atividades extra classe, notamos que com o passar do tempo, eles começaram a desenvolver as atividades e ao fim da pesquisa a porcentagem de atividades não entregues era bem menor que no início do processo.

Sobre a estrutura tecnológica da escola, combinamos que os estudantes podiam “baixar” os vídeos em seus próprios celulares e ainda assim levávamos nossos computadores para que fossem utilizados, quando necessário.

Quando os estudantes não tinham tempo de assistir aos vídeos em casa, os demais integrantes do grupo repassavam os vídeos para que os colegas pudessem assisti-los no colégio, durante os intervalos das aulas.

O mais importante, é que os estudantes perceberam que as aulas em vídeos e as aulas em sala eram complementares e que as duas eram necessárias para o desenvolvimento do conteúdo.

Obtivemos um resultado interessante nessa pesquisa, pois as evidências mostraram que muitos dos estudantes desenvolveram novos significados e conseguiram ainda resgatar conceituações mais antigas. Notamos que, no início, eles solicitavam frequentemente nossa presença nos grupos, para elucidar as dúvidas, enquanto que nas últimas aulas eles só nos acionavam quando não conseguiam resolver algum problema. Observamos ainda, que nosso papel principal foi indicar os caminhos e sugerir percursos, que em dirimir as dúvidas, com respostas já prontas e encaixáveis nas situações-problema. A maior parte do conhecimento adquirido pelos estudantes se deveu, em nossa opinião e durante essa investigação, à busca de conceitos de forma comprometida e dedicada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não termos desenvolvido a *Flipped Mastery Classroom* e apenas utilizado as sugestões de Bergmann e Sams (2012) observamos que a metodologia contempla o que muitas outras não observam, como o desenvolvimento pessoal do estudante, o acompanhamento de seu ritmo de aprendizagem, a aprendizagem coletiva e o envolvimento com suporte à tecnologia.

Ainda que a realidade escolar e o tempo disponível para a pesquisa não possibilitassem o desenvolvimento completo e um elevado nível de aplicação do método, conseguimos desenvolver boa parte do que a metodologia se propõe. Observamos um comprometimento maior do estudante com o sua aprendizagem e uma mudança significativa no papel do professor durante as aulas.

Através da Teoria da Ação Mediada, pudemos ainda perceber como os estudantes elaboram e dominam os conceitos e os significados a eles associados, envolvendo as ferramentas culturais que lhes são apresentadas. E, mais que isso, como a geração de “nativos digitais”, nossos sujeitos de pesquisa, possuem uma enorme facilidade em dominar as ferramentas culturais decorrentes do avanço tecnológico. Observamos como eles alternam o uso das ferramentas culturais para alcançar o objetivo final, e como isso os auxilia no processo evolutivo de construção do conhecimento. Infelizmente o tempo curto para o desenvolvimento da pesquisa como mencionado anteriormente, não nos permitiu ir além e desenvolver esses conhecimentos em contextos diferentes para analisarmos se houve a apropriação desses conhecimentos.

A *Flipped Classroom* trouxe a essa realidade escolar pública uma nova forma de visualizar o processo de aprendizagem, mas infelizmente muitos professores resistem em modificar sua prática, por diversos fatores, sendo o mais prejudicial deles a “falta de tempo” para o preparo de novas atividades, já que a maior parte deles tem sua carga horária de atividade docente completa.

Para que ocorra a ampliação dos resultados positivos, com maior alcance e abrangência nessa área de aplicação da tecnologia ao Ensino, mais pesquisas devem ser realizadas e em diferentes realidades, de preferência dedicando maior tempo às investigações em tempo real, com atividades em sala de

aula, em condições situadas. Se os resultados forem amplamente divulgados, as possibilidades de novas investigações a partir deles são muito promissoras para a área de Educação em Ciências e, particularmente, para o Ensino de Química.

## REFERÊNCIAS

BAKHTIN, M. M. **The dialogic imagination: four essays**. Austin: University of Texas Press, 1981.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BERGMANN, J.; OVERMYER, J.; WILIE, B. **The Flipped Class: What It Is and What It Is Not**, 2012. Disponível em: <http://www.thedailyriff.com/articles/the-flipped-classconversation-689.php> Acesso em 25 de ago. de 2015.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day**. Washington: iste – International Society for Technology in Education, 1ª ed., 2012.

**BKChem**, Versão 0.13.0. UTFPR – Química – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Pato Branco. Disponível em: <http://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/> Acesso em: jan. 2017.

BRUICE, P. Y. **Química Orgânica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 4ªed., vol. 2, 2006.

CHASSOT, A. O Impacto da Tecnologia na Educação. In: CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 440p., 4ª ed., 2006.

**COMO FAZER ANIMAÇÕES NO POWER POINT!!! (EXEMPLO COM VINHETA!)**. PRTL. Tutorial: 31'37". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9a3keuyM5tc> Acesso em: Julho de 2016.

**COMO GRAVAR ÁUDIO NO POWER POINT**. Web Produtora. Tutorial: 3'25". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6xou3y8DTnY> Acesso em: julho de 2016.

EDUCAUSE. **Things you should know about flipped classrooms**, 2012. Disponível em: <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/eli7081.pdf> Acesso em 25 de ago. de 2015.

**ENTREVISTA com Salman Khan – Globo News**. Debora Alavarce. Documentário: 23'25". Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=rhAsw8uKl\\_M](https://www.youtube.com/watch?v=rhAsw8uKl_M) Acesso em: 28 de set. de 2016

EXAMTIME LIMITED. **GoConqr**. Disponível em: <https://www.goconqr.com> Acesso: set. 2016.

GIORDAN, M. **Da Teoria da Ação Mediada ao Modelo Topológico de Ensino**. Disponível em: <http://www.lapeq.fe.usp.br/meqvt2006/disciplina/biblioteca/artigos/modelo-topologico-ensino.pdf> Acesso em: 14 de out. de 2016.



GOOGLE. **YouTube**<sup>BR</sup>. Idioma: português. Local do conteúdo: Brasil. Disponível em: <https://www.youtube.com/> Acesso: 10 de fev. de 2016.

GÜNTHER, H. **Como elaborar um questionário**. Universidade Estadual de Brasília. Instituto de Psicologia. Laboratório de Psicologia Ambiental. Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, nº01, 2003.

INSTITUTO DE QUÍMICA - USP. **Química Orgânica - Substituição: substituição nucleofílica alifática**. Disponível em:

<http://www.iq.usp.br/wjbaader/qfl2342/03%20Substituicao%20Nucleofilica.pdf>

Acesso em: jan. de 2017.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: O novo ritmo da informação**. 3ª edição. Campinas-SP: Papirus, 2008.

LAGE, M.J.; PLATT, G.J.; TREGLIA, M. **Inverting de Classroom: A Gateway do Creating an Inclusive Learning Environment**, 2000. Disponível em:

[http://dl.dropbox.com/u/249331/Inverted\\_Classroom\\_Paper.pdf](http://dl.dropbox.com/u/249331/Inverted_Classroom_Paper.pdf) . Acesso em 12 de set. de 2015.

MARTINS, O. B.; MOSER, A. **Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch**. Revista Intersaberes, vol. 7, nº 13, p. 8 – 28, 2012.

MAZUR, E. **Can We Teach Computers to Teach?**, 2001. Disponível em:

[http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazur\\_256459.pdf](http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazur_256459.pdf) . Acesso em 12/09/2015.

MICROSOFT. **PowerPoint**. Versão 2010. Disponível em:

<https://support.office.com/pt-br/article/Tarefas-básicas-para-criar-uma-apresentação-do-PowerPoint-EFBBC1CD-C5F1-4264-B48E-C8A7B0334E36> Acesso em: 11 de out. de 2016.

MORAES, R. **Uma Tempestade de Luz: A Compreensão Possibilitada pela Análise Textual Discursiva**. Ciência & Educação, vol. 9, nº 2, p. 191-211, 2003.

PAULA, A. C.; ARAÚJO, I. S. C. **James Wertsch: influência de Vygotsky, ideias principais e implicações para a educação científica**. 33º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química. UNIJUÍ. Porto Alegre: out. 2013.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. **A Aproximação Sociocultural á mente, de James V. Wertsch, e Implicações para a Educação em Ciências**. Ciência & Educação, v. 18, nº 1, p. 23 – 39, 2012.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na Abordagem do Cotidiano**. São Paulo: Moderna Editora, 4ª ed., vol. 3, 2006.

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants**. On the Horizon: MCB University Press, Vol. 9 No. 5, 2001.

**REAÇÕES DE ADIÇÃO – AULA 1**. Carol Vezu. Vídeo-aula: 7'37". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1mjNP8kEvZI&spfreload=10> Acesso em: out. 2016.

**REAÇÕES DE ADIÇÃO – AULA 2.** Carol Vezu. Vídeo-aula:7'21". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yX5cAj0GptI> Acesso em: out. 2016.

**REAÇÕES DE ADIÇÃO – AULA 3.** Carol Vezu. Vídeo-aula:5'17". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vajpVJh3Cec> Acesso em: out. 2016.

**REAÇÕES DE ADIÇÃO – AULA 4.** Carol Vezu. Vídeo-aula:5'43". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=a8eiG6xUVrY> Acesso em: out. 2016.

**REAÇÕES DE SUBSTITUIÇÃO – AULA 1.** Carol Vezu. Vídeo-aula:7'40". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=888ouQDSz1E> Acesso em: out. 2016.

**REAÇÕES DE SUBSTITUIÇÃO – AULA 2.** Carol Vezu. Vídeo-aula:7'40". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=WUeZPBxHEtY> Acesso em: out. 2016.

**REAÇÕES DE SUBSTITUIÇÃO – AULA 3.** Carol Vezu. Vídeo-aula:5'59" Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=4\\_ZCR9FFCRs](https://www.youtube.com/watch?v=4_ZCR9FFCRs) Acesso em: out. 2016.

ROLO, C. G. **Flipped Classroom: Educar para o século XXI em História e Geografia de Portugal.** Dissertação. 2015. 175f. (Mestrado em Ensino do 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico). Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 2015.

SOLOMONS, T. W. G. **Química Orgânica.** Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 1ª ed., vol. 1, 1982.

STRAYER, J. **The effects of the classroom flip on the learning environment: a comparison of learning activity in a traditional classroom and a flip classroom that used an intelligent tutoring system,** 2007. Tese de Doutorado, Ohio State University. Disponível em: [http://etd.ohiolink.edu/view.cgi?acc\\_num=osu1189523914](http://etd.ohiolink.edu/view.cgi?acc_num=osu1189523914) . Acesso em 13 de set. de 2015.

VALENTE, J. A. **Informática na educação no Brasil: Análise e contextualização histórica.** In: VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas: Nead-Unicamp, 1999a.

\_\_\_\_\_. **Mudanças na sociedade, mudanças na educação: o fazer e o compreender.** In: VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas: Nead-Unicamp, 1999b.

\_\_\_\_\_. **A Comunicação e a Educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação.** UNIFESO, v. 1, n. 1, p. 141-166, 2014.

WERTSCH, J. **Vygotsky and the social formation of mind.** Cambridge: Harvard University Press, 1985.

\_\_\_\_\_. **Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action.** Cambridge: Harvard University Press, 1991.

\_\_\_\_\_. A necessidade da ação na pesquisa sociocultural: história, ação e mediação. In: WERTSCH, J. V.; DEL RIO PEREDA, P.; ALVAREZ, A. (Eds.). **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 57-71, 1998.

\_\_\_\_\_. **La mente en acción**. Buenos Aires: Aiqué, 1999.

\_\_\_\_\_. **Voices of collective remembering**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

WhatsApp Inc. WhatsApp Messenger. Android Wear. Versão 2.16.275. Classificação livre. Disponível em: <https://web.whatsapp.com/> Acesso em: out. de 2016.

## ANEXOS

### ANEXO A

#### Questionário final – Reações de substituição/ Levantamento sobre reações de adição

Nome: \_\_\_\_\_

1. (Fuvest-SP) Fenol ( $C_6H_5OH$ ) é encontrado na urina de pessoas expostas a ambientes poluídos por benzeno ( $C_6H_6$ ). Na transformação do benzeno em fenol ocorre:
  - a) substituição no anel aromático.
  - b) quebra na cadeia carbônica.
  - c) rearranjo no anel aromático.
  - d) formação de cicloalcano.
  - e) polimerização.
- 2- Complete as reações
  - a) Alquilação de Friedel-Crafts do tolueno (metil-benzeno)

b) Acilação de Friedel-Crafts do etil-benzeno

c) Halogenação do pentano

3-(UEPB-PB) Ao efetuar-se duas substituições em um anel aromático, verifica-se experimentalmente que a posição da segunda substituição no anel depende da estrutura do primeiro grupo substituinte, o qual determinará a posição preferencial para a segunda substituição. Esse fenômeno é conhecido por dirigência e os grupos responsáveis por essa dirigência são chamados de ortoparadirigentes e metadirigentes. Considere os grupos I, II, III, IV e V, a seguir:

I)  $-SO_3H$ ; II)  $-NO_2$ ; III)  $-I$ ; IV)  $-CH_3$ ; V)  $-COOH$

Assinale a alternativa que contém, apenas, grupos orientadores metadirigentes:

- a) III, IV e V      b) II, IV e V      c) I, II e IV      d) I, II e V      e) II, III e IV

4- Escreva a diferença de alcano, alceno e alcino.

---



---



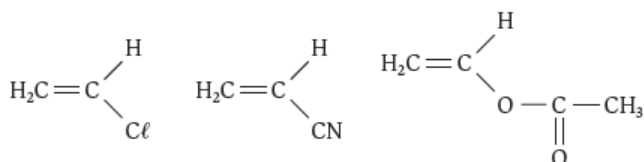
---

5- Escreva um exemplo de alcano, um de alceno e um de alcino e descreva o nome de cada um deles.

## ANEXO B

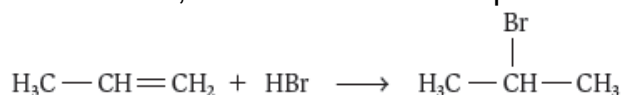
### Reações de adição – aula 1 Atividade - Grupos

1. Os compostos representados abaixo podem ser obtidos por reações de adição de substâncias adequadas ao:

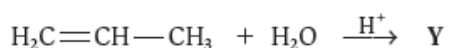
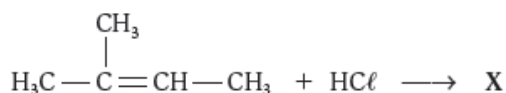


- a) metano.
- b) eteno.
- c) etino.
- d) propeno.
- e) 2-butino.

2. As reações de adição na ausência de peróxidos ocorrem seguindo a regra de Markovnikov, como mostra o exemplo:



Considere as seguintes reações:



Os produtos principais, X e Y, são, respectivamente,

- a) 3-cloro-2-metilbutano e 1-propanol.
- b) 3-cloro-2-metilbutano e 2-propanol.
- c) 2-cloro-2-metilbutano e 1-propanol.
- d) 2-cloro-2-metilbutano e 2-propanol.
- e) 2-cloro-2-metilbutano e propanal.

### Questão Extra

1. Um determinado alceno, por hidrogenação catalítica, produz o 2,3-dimetilpentano.
  - a) Apresente o nome e a fórmula estrutural desse alceno, sabendo que ele possui isomeria geométrica (*cis-trans*).
  - b) Escreva a fórmula estrutural de um isômero de posição do 2,3-dimetilpentano que apresenta um carbono quaternário.

**ANEXO C****Reações de adição – aula 2  
Atividade - Grupos**

- 1- (FEI-SP) Qual das substâncias abaixo é produzida pela hidratação do acetileno?
- Etileno.
  - Etanol.
  - Acetona.
  - Acetaldeído.
  - Ácido acético
- 2- (UFMG-MG) A reação entre um mol de propino,  $\text{HC} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$ , e dois mols de bromo,  $\text{Br}_2$ , na ausência de luz ou calor, produz:
- $\text{CHBr}_2 - \text{CBr}_2 - \text{CH}_3$
  - $\text{CH}_2\text{Br} - \text{CBr}_2 - \text{CH}_2\text{Br}$
  - $\text{CBr}_2 = \text{CH} - \text{CHBr}_2$
  - $\text{CHBr} = \text{CBr} - \text{CHBr}_2$
- 3- (UFRN-RN) O produto da reação entre 2 mols de  $\text{HBr}$  e 1 mol de 1-butino em meio aquoso é:
- 2-bromo-but-1-eno
  - 1-bromo-but-1-eno
  - 1,1-dibromo-buteno
  - 2,2-dibromo-butano
  - 1,2-dibromo-butano
- 4- (UEPG-PR) O composto propino sofreu hidratação em meio ácido. O principal produto dessa reação é:
- ácido acético.
  - propano-2,2-diol.
  - propanaldeído.
  - propan-2-ol.
  - propanona.

**Questão extra**

(Unicamp-SP) Um mol de hidrocarboneto cíclico insaturado, de fórmula  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ , reage com um mol de bromo ( $\text{Br}_2$ ), dando um único produto. Represente, por meio de fórmulas estruturais, o hidrocarboneto e o produto obtido na reação citada.



## ANEXO E

### Reações de adição – aula 4

#### Atividade - Grupos

1-Os ciclanos com três e quatro carbonos apresentam alta ou baixa tensão angular? Eles apresentam tendência para sofrer que tipo de reação?

2-Os ciclanos com cinco e seis carbonos apresentam alta ou baixa tensão angular? Eles apresentam tendência para sofrer que tipo de reação?

3-Represente a fórmula estrutural do produto obtido na reação, sob condições adequadas, do ciclo-propano com:

- a)  $H_2$
- c) HBr
- b)  $Br_2$

4- Represente a fórmula estrutural do produto orgânico monoclorado obtido na reação do ciclo-hexano com  $Cl_2$ .

5-(Fuvest-SP) Duas substâncias diferentes têm fórmula molecular  $C_6H_{12}$ . Uma delas, quando submetida a atmosfera de hidrogênio, na presença de um catalisador, reage com o gás e a outra não.

- a) Qual é a razão dessa diferença de comportamento?
- b) Dê uma fórmula estrutural possível para cada uma dessas substâncias.

#### Questão extra

(ITA-SP) Explique por que a temperatura de hidrogenação de ciclo-alcanos, catalisada por níquel metálico, aumenta com o aumento da quantidade de átomos de carbono presentes nos ciclo-alcanos.



**ANEXO F****Questionário Final – Reações de Adição**

Nome: \_\_\_\_\_

Equacione:

a) ciclopropano +  $H_2$ b) ciclobutano +  $Cl_2$ 

2- Segundo Bayer, encontraríamos maior facilidade de adição no: (Justifique)

a) ciclopropano.                      b) ciclobutano.                      c) ciclopentano.                      d) ciclohexano.

---

---

---

3-. (Unifor-CE) A cloração total do benzeno, por adição, produz: (Apresente a equação)

a)  $C_6Cl_{12}$                       b)  $C_6CH_3Cl_5$                       c)  $C_6H_5CH_2Cl$                       d)  $C_6H_{10}Cl_2$                       e)  $C_6H_6Cl_6$ 

4 -(UEPG-PR) O composto propino sofreu hidratação em meio ácido. O principal produto dessa reação é: (Apresente a equação)

a) ácido acético. d) 2-propanol. b) 2,2-propanodiol. e) propanona. c) propanaldeído.

5- (UFRJ) Os alcenos, devido à presença de insaturação, são muito mais reativos do que os alcanos. Eles reagem, por exemplo, com haletos de hidrogênio, tornando-se, assim, compostos saturados.

a) Classifique a reação entre um alceno e um haleto de hidrogênio.

b) Apresente a fórmula estrutural do produto principal obtido pela reação do HCl, com um alceno de fórmula molecular  $C_6H_{12}$  que possui um carbono quaternário.

**ANEXO G**

**Questionário Inicial do estudante E5**

1- Por qué é necessário que haja luz e calor para as reações de substituição do tipo halogenação em alcanos acontecerem?

*Porque eles têm baixa reatividade e o auxílio da luz e do calor faz com que eles sofrem reação de substituição. O alcano é pouco reativo porque só faz ligações simples.*

---

4- Escreva a diferença de alcano, alceno e alcino. E5-Q1

*Alcano: é pouco reativo porque só faz ligações simples!  
 Alceno: tem taxa reatividade e o auxílio da luz e do calor faz com que ele sofre reação de substituição. ligação dupla  
 Alcino: ligação tripla*

**ANEXO H**

**Questionário Inicial do estudante E8**

Para você, o que são reações químicas?

*São elementos químicos que misturando-se formam um produto.*

E8-Q1

---

1- Por qué é necessário que haja luz e calor para as reações de substituição do tipo halogenação alcanos acontecerem?

*Para ocorrer reação de substituição como halogênio é necessário luz e calor, (que não são) porque se não o hidrogênio não se rompe.*

---

a) Alquilação de Friedel-Crafts do tolueno (most-benzeno) Catalisador, Fórmula

*Reação, os produtos nomeada*

c1ccccc1 + H3C-Cl >> c1ccccc1C + HCl  
 (benzene) + (methyl chloride) → (toluene) + (hydrogen chloride)

b) Aclação de Friedel-Crafts do etil-benzeno

c1ccccc1 + H3C-CH2-Cl >> c1ccccc1CC + HCl  
 (benzene) + (ethyl chloride) → (ethylbenzene) + (hydrogen chloride)

c) Halogenação do pentano

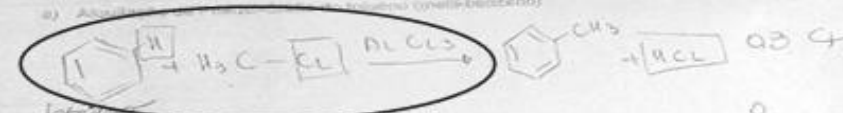
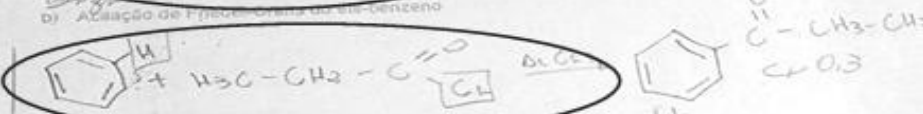
ANEXO I

Questionário Inicial do estudante E4

Para você, o que são reações químicas?  
 REAÇÕES QUÍMICAS SÃO REAÇÕES COM COMPOSTOS QUÍMICOS  
 E4-Q1

Escreva dois exemplos de reações químicas que você conhece.  
 $HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$   
 $HBr \rightleftharpoons H^+ + Br^-$   
 E4-Q2

1- Por que é necessário que haja luz e calor para as reações de substituição do tipo halogenação em alcanos acontecerem?  
 PORQUE COM O AUXÍLIO DA LUZ E DO CALOR FAZEM POSSÍVEL QUE HAJA A REAÇÃO, POIS OS ALCANOS TEM POUCA REATIVIDADE.  
 E4-Q3

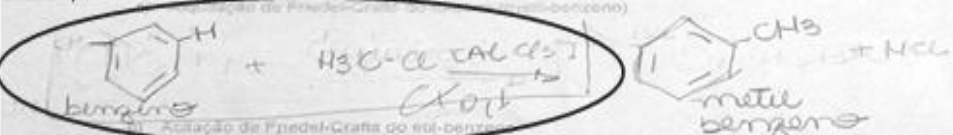
a) Alquilação de Friedel-Crafts do etil-benzeno  
  
 b) Alquilação de Friedel-Crafts do etil-benzeno  
  
 c) Halogenação do pentano  
 $C_5H_{12} + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} C_5H_{11}Cl + HCl$   
 d) Escreva a estrutura de alcânio, um de alceno e um de alcino e descreva o nome de cada um deles.  
 CH<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub> ALCANO SIMPLES  
 CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub> ALCENO DUPLA  
 CH≡CH ALCINO TRÍPLA  
 E4-Q4

ANEXO J

Questionário Inicial do estudante E3

Para você, o que são reações químicas?  
 Uma reação química é uma transformação das matérias.  
 E3-Q1

1- Por que é necessário que haja luz e calor para as reações de substituição do tipo halogenação em alcanos acontecerem?  
 Porque a substituição é muito forte, e o calor e a luz são necessários para que ocorra a substituição química.  
 E3-Q2

a) Alquilação de Friedel-Crafts do etil-benzeno  
  
 b) Halogenação do pentano  
 c) Escreva a estrutura de alcânio, um de alceno e um de alcino e descreva o nome de cada um deles.  
 alcânio = tem um de ligação simples  
 alceno = tem um de ligação dupla  
 alcino = tem um de ligação tripla  
 E3-Q3

ANEXO K

Questionário Inicial do estudante E7

De acordo com os seus conhecimentos, o que são compostos orgânicos? Escreva dois exemplos.

metano etanol gas E7-Q1

a) Associação de Friedel-Crafts do tolueno (metil-benzeno)

Cc1ccccc1 + H3C-CO  $\xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{AlCl}_3}$  Cc1ccccc1C + HCl

b) Associação de Friedel-Crafts do etil-benzeno

CCc1ccccc1 + H3C-C(=O)-CO  $\xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{AlCl}_3}$  CCc1ccccc1C(=O)C + HCl

c) Halogenação do pentano

CCCCC + Cl2  $\xrightarrow[\text{hv}]{\text{hv}}$  CCCCCl + HCl

2- Por quê é necessário que haja luz e calor para as reações de substituição do tipo halogenação em alcanos acontecerem?

H-C-H  $\rightarrow$  alceno HC#C-CH3  $\rightarrow$  alcino

CH2=CH-CH3  $\rightarrow$  alceno E7-Q1

ANEXO L

Questionário Inicial do estudante E2

Para você, o que são reações químicas?

São as misturas de dois ou mais substâncias que dão uma reação. E2-Q1

De acordo com os seus conhecimentos, o que são compostos orgânicos? Escreva dois exemplos.

Petrolio, etanol e alceno. E2-Q1

2- Por quê é necessário que haja luz e calor para as reações de substituição do tipo halogenação em alcanos acontecerem?

Por que a luz e o calor agem como um catalisador para as reações de substituição de halogênio na estrutura de muitos compostos orgânicos.

a) Associação de Friedel-Crafts do tolueno (metil-benzeno)

Cc1ccccc1 + H3C-Cl  $\xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{AlCl}_3}$  Cc1ccccc1C + HCl

b) Associação de Friedel-Crafts do etil-benzeno

CCc1ccccc1 + H3C-C(=O)-CO  $\xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{AlCl}_3}$  CCc1ccccc1C(=O)C + HCl

c) Halogenação do pentano

CCCCC + Cl2  $\xrightarrow[\text{hv}]{\text{hv}}$  CCCCCl + HCl

2- Por quê é necessário que haja luz e calor para as reações de substituição do tipo halogenação em alcanos acontecerem?

H2C=CH2  $\rightarrow$  alceno  
H3C-CH3  $\rightarrow$  alceno  
HC#CH  $\rightarrow$  alcino E2-Q1

ANEXO M

Questionário Inicial do estudante E6

Para você, o que são reações químicas?

*É a transformação de matéria em substâncias químicas de uma ou mais substâncias, formando assim uma ou mais substâncias.* E6-Q1

De acordo com os seus conhecimentos, o que são compostos orgânicos? Escreva dois exemplos.

*São compostos que possuem carbono em sua estrutura, como carbão e hidrocarboneto.* E6-Q1

1- Por que é necessário que haja luz e calor para as reações de substituição do tipo halogenação em alcanos acontecerem?

*Porque os alcanos possuem baixa reatividade, lig e calor influenciam para que a reação de substituição aconteça.*

2- Escreva as equações químicas das reações de Friedel-Crafts (etil-benzeno)

*a) Halogenação do etilbenzeno: c1ccccc1C + H2C-Cl >> c1ccccc1CC + HCl (clorido de H, cloro gasoso metileno) 0,3*

*b) Aclação de Friedel-Crafts do etil-benzeno: c1ccccc1C + 2H2C-Cl >> c1ccccc1CC(C)C + 2HCl*

*c) Halogenação do pentano: CCCCC + H2C-Cl >> CCCC(C)C + HCl*

*Alceno: H3C-CH=CH-CH3 butano*

*Alco: H3C-CH2-CH2-CH3 butano*

*Alcano: C6H14 HC≡C-CH3 propino* E6-Q1

ANEXO N

Questionário Inicial do estudante E1

De acordo com os seus conhecimentos, o que são compostos orgânicos? Escreva dois exemplos.

*Os átomos dos compostos orgânicos possuem carbono em sua estrutura, como carbão e hidrocarboneto.* E1-Q1

1- Por que esse fator (luz e calor) ajuda a ter condições favoráveis para que a reação de substituição aconteça. Use o hidrocarboneto, sendo tratado por um halogênio.

*hidrogênio*

2- Complete as reações

*a) Alquilação de Friedel-Crafts do etilbenzeno: c1ccccc1C + CH3-C6H5 >> c1ccccc1C(C)C6H5*

*b) Alquilação de Friedel-Crafts do etilbenzeno: c1ccccc1C + CH3-C6H5 >> c1ccccc1C(C)C6H5*

*c) Halogenação do pentano: CCCCC + H2C-Cl >> CCCC(C)C + HCl*

*Alceno: H3C-CH=CH-CH3*

*Alcano: H3C-CH2-CH2-CH3*

*Alcano: H3C-CH2-CH2-CH3*

*Alcano: H3C-CH2-CH2-CH3*

E1-Q1

ANEXO O  
Questionário Final – E1

a) ciclopropano  
 b) ciclobutano  
 c) ciclohexano  
 d) ciclooctano

C1CC1 +  $H_2 \rightarrow$  CH3-CH2-CH3

a) ciclopropano  
 b) ciclobutano  
 c) ciclohexano  
 d) ciclooctano

C1=CC=C1 +  $Cl_2 \rightarrow$  Cl-CH2-CH2-CH2-CH2-Cl

E1-Q2

+ pont. de comp. ciclo. h

2. Segundo Beyer, os compostos apresentam maior facilidade de adição no (justifique)

a) ciclopropano  
 b) ciclobutano  
 c) ciclohexano  
 d) ciclooctano

Porque ele é o menor ciclo, sendo que tem com 3 carbonos mais fácil de ocorrer a adição. No ciclopropano e ciclobutano o carbono substituído por H

3. (Unifor-CE) A cloração total do benzeno, por ação direta, apresenta a equação:

a) C6H6 + Cl2 -> C6H4Cl2 + 2HCl  
 b) C6H6 + Cl2 -> C6H5Cl + HCl  
 c) C6H6 + Cl2 -> C6H6Cl2 + HCl  
 d) C6H6 + Cl2 -> C6H6Cl + HCl

C1=CC=CC=C1 +  $Cl_2 \rightarrow$  ClC1C(Cl)C(Cl)C(Cl)C1

E1-Q2

4. (UEPG-PR) O composto propeno sofre hidratação em meio ácido. O principal produto dessa reação é. (Apresente a equação)

a) ácido acético,  b) propano,  c) 2,2-propanodiol,  d) propanona,  e) propanoaldeído

CH3-C#CH

CH3-C#CH + H2O -> CH3-C(=O)-CH3

E1-Q2

5. (UFRR) Os alcenos, devido à presença de insaturação, são muito mais reativos do que os alcanos. Em reação, por exemplo, com haletos de hidrogênio, formando-se assim, compostos saturados.

a) Classifique a reação entre um aleno e um haleto de hidrogênio.

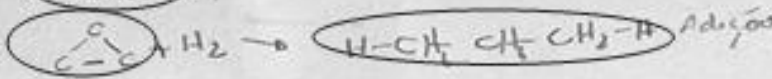
A direção da adição do hidrogênio (HX)

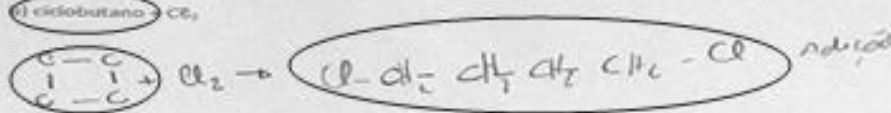
b) Apresente a fórmula estrutural do produto principal obtido pela reação de HCl com um alceno de fórmula molecular C4H8 que possua carbono quaternário.

HCl + CH3-C(CH3)=CH-CH3 -> CH3-C(CH3)2-CH2-CH3

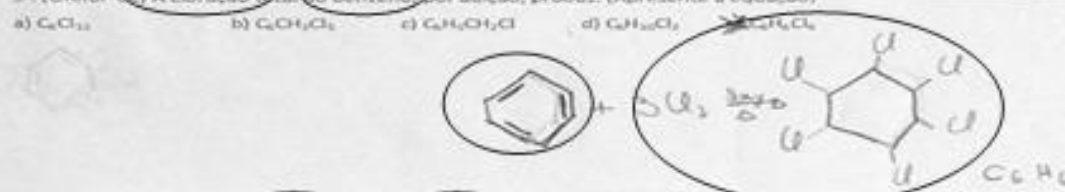
**ANEXO P**  
**Questionário Final – E6**

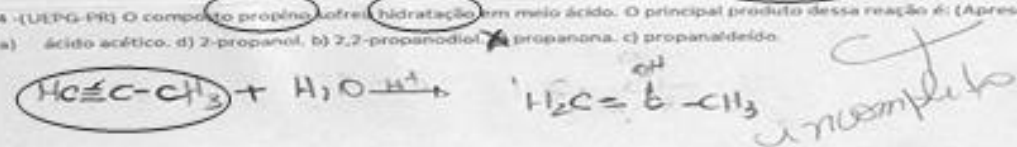
Equações:

i) ciclopropano + H<sub>2</sub>  


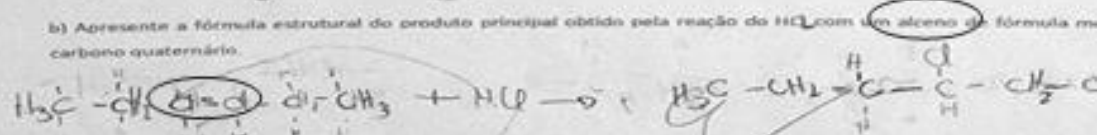
ii) ciclobutano + Cl<sub>2</sub>  


2- Segundo Bayer, encontraríamos maior facilidade de adição no: (Justifique)  
 a) ciclopropano    b) ciclobutano    c) ciclopentano    d) ciclohexano.  
*Por ser menor o tamanho deste ciclo.*

3- (Unifor CE) A cloração total do benzeno, por adição, produz: (Apresente a equação)  
 a) C<sub>6</sub>Cl<sub>12</sub>    b) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub>    c) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub>    d) C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>Cl<sub>6</sub>  


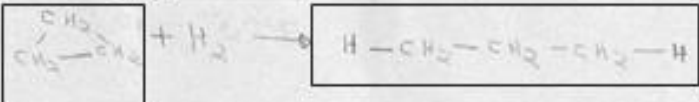
4- (UEPG-PR) O composto propino sofre hidratação em meio ácido. O principal produto dessa reação é: (Apresente a equação)  
 a) ácido acético.    b) 2-propanol.    c) 2,2-propanodiol.    d) propanona.    e) propanaldeído.  


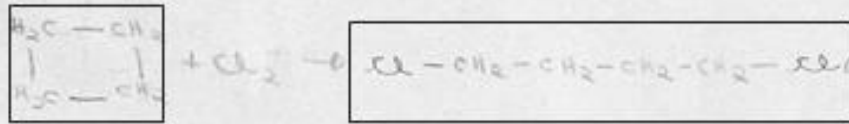
5- (UFRR) Os alcenos, devido à presença de insaturação, são muito mais reativos do que os alcanos. Eles reagem com hidrogênio, tornando-se, assim, compostos saturados.  
 a) Classifique a reação entre um alceno e um haleto de hidrogênio.  
*Reação de hidrogenação*

b) Apresente a fórmula estrutural do produto principal obtido pela reação do HCl com um alceno de fórmula molecular C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>.  


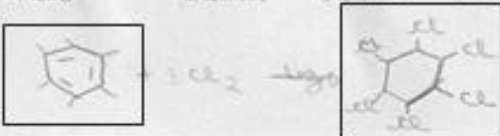
## ANEXO Q

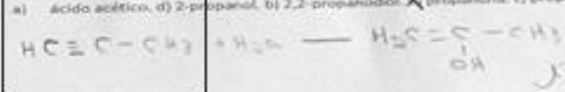
### Questionário Final – E8

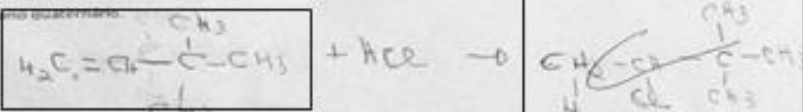


b) ciclobutano + Cl<sub>2</sub>
  


2- Segundo Iayer, encontraríamos maior facilidade de adição no: (Justifique)
   
 a) ciclopropano.    b) ciclobutano.    c) ciclopentano.    d) ciclohexano.
   
*no ciclo propano e' mais facil pois tem menos carbonos*
  
E8Q2

3- (Unifor-CE) A cloração total do benzeno, por adição, produz: (Apresente a equação)
   
 a) C<sub>6</sub>O<sub>6</sub>    b) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub>    c) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub>    d) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>     e) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub>
  


4- (UEPG-PR) O composto propino sofreu hidratação em meio ácido. O principal produto dessa reação é: (Apresente a equação)
   
 a) Ácido acético.    d) 2-propanol.    b) 2,2-propanodiol.     c) propanona.    e) propanaldeído.
   


5- (UFRR) Os alcenos, devido à presença de insaturação, são muito mais reativos do que os alcanos. Eles reagem, por exemplo, com hidrogênio, tornando-se, assim, compostos saturados.
   
 a) Classifique a reação entre um alceno e um haleto de hidrogênio.
   
*Hidrogenação*
  
 b) Apresente a fórmula estrutural do produto principal obtido pela reação do HCl com um alceno de fórmula molecular C<sub>6</sub>H<sub>12</sub> carbonado quaternário.
   




**ANEXO R**  
**Questionário Final – E7**

1- Equações:

a) ciclopropano + H<sub>2</sub>

$$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \end{array} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$$

b) ciclobutano + Cl<sub>2</sub>

$$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \end{array} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Cl}$$

2- Segundo Markov, encontramos maior facilidade de adição no: (Justifique)

ciclopropano     ciclobutano     ciclopropano     ciclohexano.

*Os 3 são mais fáceis de sempre reagirem, pois os contêm 3 como temperatura baixa.*

3- (Unifor-CE) A cloração total do benzeno, por adição, produz: (Apresente a equação)

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>     C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub>     C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub>     C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>4</sub>     C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub>.

$$\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6 + 3\text{HCl}$$

4- (UEPG-PR) O composto propino sofre hidratação em meio ácido. O principal produto desta reação é: (Apresente a equação)

a) ácido acético. b) 2-propanol. c) 2,2-propanodiol.  propanona. d) propanaldeído.

$$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + \text{H}-\text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{C}=\overset{\text{OH}}{\underset{\text{end}}{\text{C}}}-\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$$

**PROPANONA**

5- (UFRJ) Os alcenos, devido à presença de insaturação, são muito mais reativos do que os alcanos. Eles reagem, por exemplo, com haletos de hidrogênio, tornando-se, assim, compostos saturados.

a) Classifique a reação entre um alceno e um haleto de hidrogênio.

*Adição de Haletos de Hidrogênio*

b) Apresente a fórmula estrutural do produto principal obtido pela reação do HCl com um alceno de fórmula molecular C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> que possui um carbono quaternário.

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{HCl} \rightarrow \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{Cl}}{\text{C}}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3 \end{array}$$

## ANEXO S

### Questionário Final – E5

$\Delta, H_2 \rightarrow H-CH_2-CH_2-CH_2-H$  *ad. 100* ✓ 110

b) ciclobutano +  $Cl_2$

$\square + Cl_2 \rightarrow Cl-CH_2-CH_2-CH_2-Cl$  *ad. 100* ✓

E5-Q1

---

2- Segundo Bayer, encontraríamos maior facilidade de adição no: (Justifique)

a) ciclopropano    b) ciclobutano    c) ciclopentano    d) ciclohexano.

*Porque ele tem apenas 3 carbonos que faz com que a tensão da molécula seja menor e consequentemente a adição.* ✓ 0,5

E5-Q2

---

3- (Unifor-CE) A cloração total do benzeno, por adição, produz: (Apresente a equação)

a)  $C_6Cl_6$     b)  $C_6H_5Cl$     c)  $C_6H_4Cl_2$     d)  $C_6H_3Cl_3$      e)  $C_6H_2Cl_4$  0,5

$C_6H_6 + 3Cl_2 \xrightarrow{\Delta} C_6H_2Cl_4$  ✓ 0,5

E5-Q1

---

4- (UEPG-PR) O composto propino sofreu hidratação em meio ácido. O principal produto dessa reação é: (Apresente a equação)

a) ácido acético    b) 2-propanol    c) 2,2-propanodiol     d) propanona    e) propanaléido.

$H_3C-C \equiv CH + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3-C(=O)-CH_3$  *completa* ✓ 0,8

E5-Q1

---

5- (URJ) Os alcenos, devido à presença de insaturação, são muito mais reativos do que os alcanos. Eles reagem, por exemplo, com halogênio, tornando-se, assim, compostos saturados.

a) Classifique a reação entre um alceno e um haleto de hidrogênio.

*Adição de halógenos de hidrogênio* ✓ 0,5

b) Apresente a fórmula estrutural do produto principal obtido pela reação do  $HCl$  com um alceno de fórmula molecular  $C_5H_{10}$  que possua carbono quaternário.

$CH_2=HC(CH_3)_2 + HCl \rightarrow CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-Cl$  ✓ 0,5

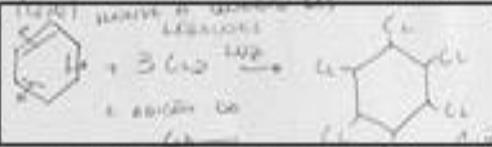
ANEXO T  
Questionário Final – E4

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{---} \text{CH}_2 \end{array} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{H}$$
1,0

$$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} & & \text{H}_2\text{C} \\ | & & | \\ \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 \end{array} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$$
14,02

2. Segundo Bayer, encontraramos maior facilidade de adição no (trifluoreto) E4-Q2  
 tricloropuro     dicloropuro     monoclóro     cloroformo  
 ENCONTRA-SE PRINCIPALMENTE EM ALUMINOS, SILICÍO E NO CARBONO  
 OMC O ELÉTRONICAMENTE E EM TAMBÉM, DESTAQUE PARA O CARBONO DO 2º NÍVEL  
 ENTRA DO 2º NÍVEL QUE É INSATURADO E O ALUMINUM, SILICÍO OBTÉM O

3. (Unicid-CE) A reação com os sais, por adição, produz (apresente a reação)  
 HCHO    HCHO    HCHO    HCHO    HCHO E4-Q2

$$\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{UV}}$$

CLORETO DO BENZENO  
(C6H6Cl6)  
1,2,3,4,5,6-HEXACLORETOCICLOHEXANO

4. (UEFS-BA) O composto próximo sofreu hidratação em meio ácido. O principal produto dessa reação é (apresente a reação)  
 HCHO    HCHO    HCHO    HCHO    HCHO E4-Q

$$\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{OH})-\text{CH}_3 + \text{H}-\text{OH} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{OH})_2-\text{CH}_3$$
LIGONA

5. (URB) Os alenos, devido a presença de insaturação, são muito mais reativos do que os alcenos. Eles reagem, por exemplo, com água hidrogênio, tornando-se, assim, compostos saturados.

a) Classifique a reação entre um aleno e um haleto de hidrogênio.  
 ALICENO ALICENO A HIDROGENAÇÃO ALICENO /  $\text{H}^+$  adição de H não é

b) Apresente a fórmula estrutural do produto principal obtido pela reação do HCl com um aleno de fórmula molecular  $\text{C}_4\text{H}_6$  que não carbão quaternário.

$$\text{H}_3\text{C}-\text{HC}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{HCl} \rightarrow$$
E

$$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$$

## ANEXO U

### Questionário Final – E3

1)  $\begin{matrix} \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{matrix} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  (1,0)

2) Segundo Bayer, compostos mais fáceis de adicionar no Clustroyer:  
 ciclopropano,  ciclobutano,  ciclopentano,  ciclohexano. (E3-Q2)

Porque com 3 carbonos e menos de outros fáceis de quebrar.

3) Clorofórmio (Cl) A cloração total do benzeno, por adição, produz (Apresente a equação):  
 $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{UV}, \Delta} \text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$  (E3-Q2)

4) (LPG-PR) O composto propino sofre hidratação em meio ácido. O principal produto dessa reação é (Apresente a equação):  
 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$  (E3-Q2)

5) (LPG) Os alenos, devido à presença de insaturação, são muito mais reativos do que os alcanos. Eles reagem, por exemplo, com halogênios, formando-se, assim, compostos saturados.  
 a) Classifique a reação entre um aleno e um haleto de hidrogênio.  
 Cu. Reação de adição. (E3-Q2)

6) Apresente a fórmula estrutural do produto principal obtido pela reação de HCl com um aleno de fórmula molecular  $\text{C}_4\text{H}_6$  que possui um carbono quaternário.  
 $\text{CH}_3 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Cl}$

## ANEXO V

### Questionário Final – E2

1)  $\begin{matrix} \text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{matrix} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{H}$  (1,0)

2) Segundo Bayer, compostos mais fáceis de adicionar no Clustroyer:  
 ciclopropano,  ciclobutano,  ciclopentano,  ciclohexano. (E2-Q2)

O ciclopropano por ele é o menor possível fazendo também que seja o complementar do ciclo.

3) Clorofórmio (Cl) A cloração total do benzeno, por adição, produz (Apresente a equação):  
 $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{UV}, \Delta} \text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$  (E2-Q2)

4) (LPG-PR) O composto propino sofre hidratação em meio ácido. O principal produto dessa reação é (Apresente a equação):  
 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{C} + \text{H}-\text{OH} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$  (E2-Q2)

5) (LPG) Os alenos, devido à presença de insaturação, são muito mais reativos do que os alcanos. Eles reagem, por exemplo, com halogênios, formando-se, assim, compostos saturados.  
 a) Classifique a reação entre um aleno e um haleto de hidrogênio.  
 Adição. (E2-Q2)

6) Apresente a fórmula estrutural do produto principal obtido pela reação de HCl com um aleno de fórmula molecular  $\text{C}_4\text{H}_6$  que possui um carbono quaternário.  
 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$  (E2-Q2)

**ANEXO X****Entrevista – E2**

**Qual seria o produto da reação de hidratação do 3-metilbutino?**

**Você acha que consegue responder ela com rapidez ou você precisa pensar um pouco?**

E2: Pensar um pouco.

**Você acha que você teria maior dificuldade na nomenclatura ou na reação?**

E2: Acho que na reação.

**O que é hidratação?**

E2: A gente adiciona água

**No meio dessas estruturas existe o 3-metilbutino, você sabe me dizer qual é?**

E2: Essa *(ela acertou)*

**Então você pode desenhar.**

**E qual seria o produto dessa reação, onde iria o H e onde iria o OH? *(ela estava desenhando)***

E2: Onde tem H, aqui! Que é o mais hidrogenando *(ela estava se referindo onde ela colocaria o H)* E o OH aqui. Aí eu tiro essa ligação. Aí vai formar *(desenhou certo)*

**Formou o que?**

E2: Um álcool.

**Não tem uma ligação dupla aí?**

E2: “Uhun”

**Você tem certeza que é um álcool?**

*(ela ficou pensando)*

**Quando a gente tem uma ligação dupla a gente chama “ela” de que? An, en ou in?**

E2: en

**E quando eu tenho um álcool? A terminação pra OH é...**

E2: ol.

**Como é o nome disso?**

E2: Um álcool

**En e ol**

E2: Ah! enol

**Se eu tenho um enol, ele vai ficar nessa forma?**

E2: Não

**Ou ele fica como...**

E2: cetona

**Ou?**

E2: aldeído

**Ou aldeído, certo? Lembra que tínhamos duas opções? Quando eu tinha dois carbonos você lembra o que era?**

E2: Acho que é aldeído

**E quando eu tenho três carbonos ou mais é?**

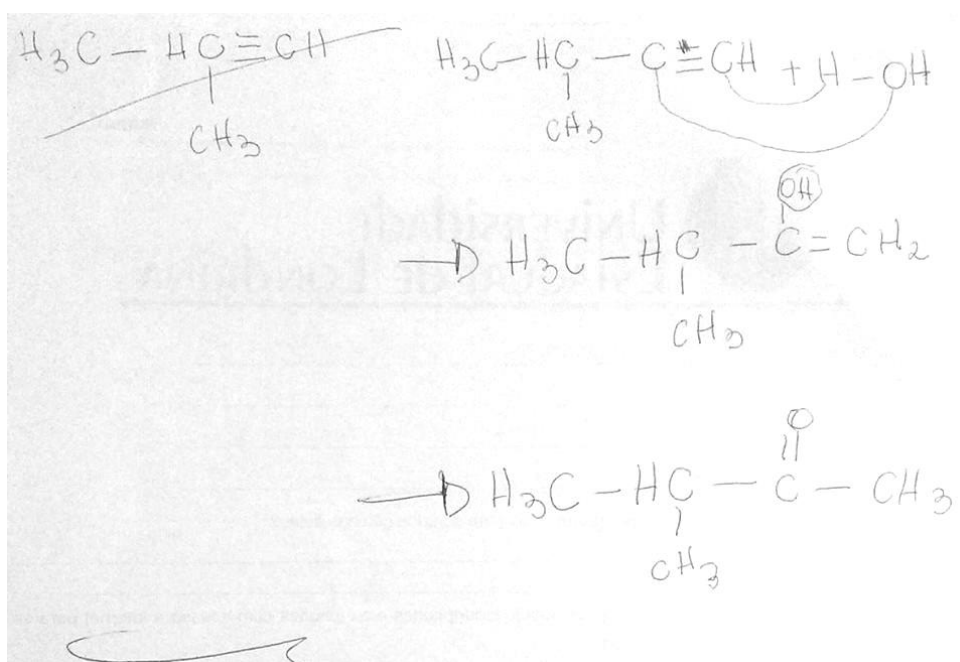
E2: Cetona

**E esse aqui vai ser o que?**

E2: Cetona

## ANEXO Z

## Equação que E2 fez na entrevista



**APÊNDICES**  
**APÊNDICE A**

**Questionário de avaliação da turma**

Nome: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

Instituição de Ensino: \_\_\_\_\_

Você é a favor da utilização de tecnologia pelos professores para contribuição nas aulas?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Você utiliza computadores, notebooks, tables, ipads, ipods, smartphones e/ou iphones com acesso a internet para se manter conectado com as notícias do mundo todo?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

A Instituição de Ensino que você frequenta possibilita que você acesse a internet?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

A respeito dos aparatos tecnológicos, assinale com um x o  dos aparatos que você possui:

Computador     notebook     tablet     ipad     ipod     smartphone     iphone

outros. Quais: \_\_\_\_\_

Dos itens que você assinalou na questão anterior, quantos deles possui acesso a internet?

De 1 a 3     de 3 a 5     de 5 a 7     nenhum

Você possui acesso a internet em sua residência, através de redes móveis ou outras formas? Especifique.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Se você possui acesso a internet, quanto tempo tem disponível para acessá-la durante a semana?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Se não pode acessar a internet durante a semana é possível acessá-la ao menos aos fins de semana? Se sim, por quanto tempo?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**APÊNDICE B****Questionário inicial – Reações Químicas**

Nome: \_\_\_\_\_

Para você, o que são reações químicas? Escreva dois exemplos de reações químicas que você conhece.

---

---

---

De acordo com os seus conhecimentos, o que são compostos orgânicos? Escreva dois exemplos.

---

---

---

Você acha possível reagir compostos orgânicos?

---

O metano é um gás que pode ser produzido através da decomposição de lixo orgânico. Você acha possível reagir o metano com o gás cloro, por exemplo?

---

Por que é necessário que haja luz e calor para as reações de substituição do tipo halogenação em alcanos acontecerem?

---

---

Complete as reações

- a) Alquilação de Friedel-Crafts do tolueno (metil-benzeno)
- b) Acilação de Friedel-Crafts do etil-benzeno
- c) Halogenação do pentano

Escreva a diferença de alcano, alceno e alcino.

---

---

Escreva um exemplo de alcano, um de alceno e um de alcino e descreva o nome de cada um deles.



## APÊNDICE C

### Entrevistas

- Descreva suas aulas com a professora da turma (como ela explica, se escreve no quadro, se utiliza vídeos, se utiliza modelos, que tipo de atividades ela dá).
- Você acredita que aprende da forma como ela trabalha?
- Você acredita que tem dificuldade com a disciplina de orgânica?
- Sobre as aulas que realizamos com vídeos, qual sua opinião?
- Você acha que aprende melhor resolvendo as atividades em grupo ou individualmente?
- Você importante realizar os dois tipos de atividades, em grupo e individualmente?
- Você acha que conseguiu aprender com essa metodologia?
- E1 -Qual seria o produto da hidrogenação total do benzeno?
- E2- Qual seria o produto da reação de hidratação do 3-metilbutino?
- E3 - Qual seria o produto da reação de hidrogenação do 3-metilbutino?
- E4 - Qual seria o produto da reação de um mol de cloreto de hidrogênio com ciclohexano?
- E5 - Qual seria o produto da reação de hidratação do but-2-eno?
- E6 - Qual seria o produto da reação de cloração do ciclopropano?
- E7 - Qual seria o produto da reação de hidrogenação do but-2-eno?
- E8 - Qual seria o produto da reação de hidrogenação do ciclopropano?

APÊNDICE D  
Estruturas

