

REDEQUIM

Revista Debates em Ensino de Química

02

O JOGO DAS REAÇÕES ORGÂNICAS: UM CAMINHO PARA REELABORAÇÃO DO CONHECIMENTO A PARTIR DO ERRO

THE GAME OF ORGANIC REACTIONS: A REWORKING PATH OF KNOWLEDGE FROM MISTAKES

Maria Rúbia Viana de Freitas¹

José Ayron Lira dos Anjos²

Ricardo Lima Guimarães³

(rubiafreitas_8@hotmail.com)

1,2 e 3. Universidade Federal de Pernambuco / Centro Acadêmico do Agreste.

Maria Rúbia Viana de Freitas: Licenciada em Química pela Universidade Federal de Pernambuco. Atualmente é professora de Ciências e Química.

José Ayron Lira dos Anjos: Professor da área de Ensino de Química do Núcleo de Formação Docente do Centro Acadêmico do Agreste da UFPE onde atua na área de Metodologias Ativas da Aprendizagem e Jogos Educacionais. Atualmente é vice-coordenador do PPGEEM da UFPE.

Ricardo Lima Guimarães: Professor da área de Química Orgânica do Núcleo Interdisciplinar de Ciências Exatas e da Natureza da UFPE. Desenvolve trabalhos em ensino de química na área de experimentação e desenvolvimento de jogos educacionais, além de pesquisa com indicadores naturais (antocianinas), sol-gel e PVA.



RESUMO

O uso de jogos didáticos em processos de ensino e aprendizagem tem se mostrado potencialmente interessante. Esta abordagem apresenta um viés problematizador, investigador e de detecção e possível superação do erro. Nesse sentido, o presente trabalho objetiva analisar as possibilidades do uso do jogo das reações orgânicas como uma ferramenta para se promover o ensino e a aprendizagem a partir do erro. A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Pernambuco e caracteriza-se como uma pesquisa exploratória. Os erros foram, a cada rodada, identificados e categorizados tendo como base o modelo de análise didática do erro (MADE), investigando-se a evolução das elaborações como respostas aos desafios propostos e da superação ou não das dificuldades dos alunos frente ao erro. Em face dos resultados obtidos, pudemos inferir que o ambiente livre de pressão, promovido pelo jogo, favorece a utilização do erro como um caminho para a reelaboração de conhecimentos químicos. Tal conclusão foi confirmada quando percebemos que os alunos trabalharam com seus próprios erros, rodada a rodada do jogo, buscando ressignificar seus entendimentos a partir de um saber fazer compreendido, caracterizando o ato de aprender como um processo em construção.

Palavras-chave: Erro; jogo didático; reações orgânicas.

ABSTRACT

The use of educational games in teaching and learning processes has been shown to be potentially attractive. This approach presents a bias problematizing, investigator and for the detection and possible overshoot of the error. In this sense, the present study aims to analyze the possibilities of using the game of organic reactions as a tool for promoting the teaching and learning from the error. The research was carried out at the Federal University of Pernambuco and is characterized as an exploratory research. The errors were identified at each round and categorized on the basis of the Error Didactic Analysis Model (EDAM), investigating the evolution of the elaborations as responses to the challenges posed and the overrun or not of the difficulties of the students in front of the error. In light of the results, we can infer that the pressure-free environment promoted by the educational game favors taking errors as a way to re-elaborate chemical knowledge. This conclusion was confirmed by the realization that the students worked on their own mistakes, round by round, trying to reframe their understandings process from the perspective of an acquired know-how, characterizing the act of learning as a work in progress.

Keywords: Educational game; error; organic reactions.



1. INTRODUÇÃO

Há décadas, a forma como é abordado o ensino de ciências, especificamente o de Química, nas escolas e até nas universidades sofre questionamentos, pois ainda é dada ênfase à reprodução automática e inconsciente dos padrões tradicionais de ensino, fato que reflete diretamente na aprendizagem dos alunos.

Rodrigues (2001) destaca que professores de química orgânica do nível superior têm observado nos estudantes ingressantes na universidade muitas desinformações e obstáculos que são persistentes à mudança. Além disso, nota-se uma maior dificuldade na aprendizagem de alguns conceitos que são considerados mais abstratos.

Nesse sentido, Mariano et. al (2008) afirma que o ensino dos mecanismos de reação orgânica é bastante complicado e se constitui como fator complexo e desafiante na aprendizagem dos estudantes. O que passa a ser associado à sua apresentação desmotivante e desinteressante, com ênfase na aprendizagem mecânica, o que, por sua vez, acarreta a recusa dos aprendizes a essa ciência e à sua aprendizagem com busca de sentido.

De acordo com Moreira (2011), as práticas priorizadas na escola devem propiciar atividades confrontantes e desafiadoras, em que os alunos sejam ativos no próprio processo de aprendizagem. Essa participação ativa é pontuada como objetivo das metodologias ativas de aprendizagem, sendo esta caracterizada como ações compreendidas e construídas na busca de significados.

Esse processo de aprendizagem raramente ocorre como resultado direto e imediato de uma intervenção didática, sendo na realidade progressivo, envolvendo a construção e reconstrução de significados (MITRE, 2008).

Dentre as metodologias ativas investigadas, o uso de jogos didáticos em processos de ensino e aprendizagem tem se mostrado potencialmente interessante. Esta abordagem impele os alunos à elaboração de raciocínios para a resolução de problemas, apresentados na forma de desafios, utilizando, para isso, conhecimentos (conceitos, procedimentos, fatos, valores) que já foram abordados ou vivenciados pelos alunos. Um segundo ponto é que tal experiência propicia a socialização do conhecimento construído (ou em construção), o que colabora para uma maior estabilidade cognitiva dos conhecimentos elaborados pelos alunos, uma vez que a argumentação entre os participantes quase sempre é necessária (CAMPOS; BORTOLO; FELÍCIO, 2003).

Nesse sentido, segundo Kishimoto (1996), o jogo educativo, também chamado de jogo didático, quando se trata de situação que exige ações orientadas a conteúdos específicos, não é o fim, mas uma possibilidade da condução do conteúdo específico, resultando em um empréstimo da ação lúdica para a compreensão de informações.

Outra vantagem refere-se ao viés investigador, problematizador e de detecção e possível correção do erro propiciada pelo jogo (CAVALCANTI; SOARES, 2009).

Sobre a importância do erro no processo de aprendizagem, Luckesi (1990) explica que a ideia de erro só emerge no contexto de um padrão considerado correto. No contexto da aprendizagem, esses padrões conceituais são estabelecidos pela comunidade científica.

Os erros da aprendizagem, que emergem a partir de um padrão de conduta cognitivo ou prático já estabelecido pela Ciência ou pela Tecnologia, servem positivamente de ponto de partida para o avanço, na medida em que são identificados e compreendidos, e sua compreensão é o passo fundamental para a sua superação (LUCKESI, 1990, p.137).

Luckesi (1990) também ressalta a utilização do erro como potencial construtivo, apontando seu aproveitamento como fonte de virtude ou de crescimento. Assim, o erro necessita de efetiva verificação e esforço para compreendê-lo quanto à sua constituição (como é esse erro?) e origem (como emergiu esse erro?).

O estudo do erro é imprescindível para que se entenda que existem erros de natureza diferentes dentro de cada campo específico de conhecimento. Bertoni (2000) afirma que uma reflexão sobre o erro na sala de aula faz emergir as múltiplas e complexas relações que envolvem o processo de ensino e aprendizagem.

No que se refere à superação dos erros, destacamos a importância da recursividade, observada como decorrência das múltiplas rodadas que é característica do jogo. A recursividade pode promover o tempo de maturação das ideias, na forma de estratégia, e a diversidade de contextos, visto que a situação de jogo muda a cada rodada. Como afirma Moreira (2010),

O conhecimento individual é também construído superando erros (...) a característica fundamental do modelo mental é a recursividade, ou seja, a capacidade de auto-correção decorrente do erro, da não funcionalidade do modelo para seu construtor. Quer dizer, construímos um modelo mental inicial e o corrigimos, recursivamente, até que alcance uma funcionalidade que nos satisfaça (MOREIRA, 2010, p. 14).

Além disso, as interações sociais e dialógicas presentes no ato de jogar podem favorecer a reformulação de estratégias dos alunos e a aprendizagem do conhecimento veiculado.

Por fim, o uso de jogos educativos envolve a motivação, gerada pelo desafio, acarretando o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas, a avaliação das decisões tomadas e a familiarização com termos e conceitos apresentados, bem como ainda a possibilidade oportunizada para o professor auxiliar o aluno na tarefa de formulação e reformulação de conceitos, ativando seus conhecimentos prévios e articulando-os a uma nova informação que está sendo apresentada (POZO, 1998).

Nesse viés, este trabalho justifica-se pela necessidade de analisar e explorar as possibilidades do uso do jogo didático como uma ferramenta para se trabalhar o ensino e a aprendizagem a partir do erro, considerando-o como parte inerente do processo, ou seja, de acordo com características relacionadas ao jogo, tais como liberdade (na ação diante do erro), recursividade, reelaboração de significados e criatividade; tendo esse efeito potencializado por outras características presentes em atividades lúdicas, tais como um maior comprometimento, participação ativa e cooperação entre os alunos e com o professor.

A ideia é que a utilização de jogos fomente uma discussão que nos permita entender de que modo os alunos, a partir da revisão dos erros (potencializado pela recursividade) e em um ambiente lúdico (livre de pressão), reconstruam o conhecimento sobre um determinado conteúdo de Química Orgânica visto no ensino superior, neste caso, especificamente, serão trabalhadas reações com compostos aromáticos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção está dividida em três tópicos. O primeiro – Jogo Educativo e conceitos correlatos - traz o entendimento do jogo como instrumento que favorece a aprendizagem. O segundo – Reações de Compostos Aromáticos - Mostra um breve histórico e entendimento das reações. O terceiro - O Erro como instrumento de aprendizagem – consiste no enfoque didático do erro e sua consideração construtiva e, inclusive, criativa dentro dos processos de ensino-aprendizagem, além da importância da classificação nas diferentes situações de aprendizagem.

2.1. JOGO EDUCATIVO E CONCEITOS CORRELATOS

No início do século XX, aconteceu a expansão dos jogos educativos estimulados pela aparição e expansão de escolas, principalmente infantis. Certamente, desde muito tempo, se relaciona o jogo com a aprendizagem, porém, predomina sempre a ideia de que o jogo se presta mais a recreação do que ao ensino, em contraposição ao trabalho escolar (SOARES, 2004).

A ideia do jogo educativo quer aproximar o caráter lúdico existente no jogo à possibilidade de se aprimorar o desenvolvimento cognitivo. Esse jogo educativo, pensado como metade jogo e metade educação, com separações distintas, pode levar à falsa ideia de que educação tem um caráter somente de seriedade e nunca de ludismo (SOARES, 2013). O conflito em torno da ideia de jogo educativo está relacionado à presença concomitante de duas funções, conforme apresenta Kishimoto (1996):

- 1- Função Lúdica: o jogo propicia a diversão, o prazer, quando escolhido voluntariamente;
- 2- Função Educativa: o jogo ensina qualquer coisa que complete o indivíduo.

O desafio consiste em equilibrar as funções para que nenhuma delas ganhe mais espaço e se tenha, de fato, um jogo educativo.

Ainda de acordo com Kishimoto (1996), o jogo educativo pode aparecer em dois sentidos:

- 1- Sentido Amplo: Como material ou situação que permite a livre exploração em recintos organizados pelo professor, visando o desenvolvimento geral;
- 2- Sentido Restrito: Como material ou situação que exige ações orientadas com vistas à aquisição ou treino de conteúdos específicos ou de habilidades intelectuais. Nesse segundo caso recebe, também, o nome de jogo didático.

Embora a distinção entre os dois tipos de jogos esteja presente na prática usual dos professores em sala de aula, pode-se dizer que todo jogo é educativo em sua essência.

Ao longo da história do processo de ensino e aprendizagem, os jogos vêm apresentando, cada vez mais, destaque por apresentar inúmeras características que favorecem a aprendizagem. De acordo com Brougère (1998), o jogo propicia a experiência do êxito, pois é significativo, possibilitando a autodescoberta, a assimilação e a integração com o mundo por meio de relações e de vivências.

Seguindo Cavalcanti (2011) as interações no jogo são úteis, principalmente, para a observação das dificuldades e das dúvidas que os alunos apresentam, permitindo ao professor mediador fazer uma reflexão e reformulação da sua prática pedagógica, além de fazer um diagnóstico mais preciso sobre as dificuldades dos alunos, realizando, assim, uma avaliação de fato, onde as dificuldades dos alunos possam ser trabalhadas e, possivelmente, sanadas.

Podemos ainda citar outra característica presente no jogo, a cooperação, que pode ser percebida através das relações estabelecidas em decorrência de trocas recíprocas de saberes e motivações nas etapas do jogo.

Outro ponto importante é questão das regras no jogo. Para que funcione adequadamente em sala de aula, faz-se necessária uma boa regra, que ela seja extremamente clara e que seja sempre discutida e/ou entregue aos jogadores. Pois são de extrema importância, pois se forem quebradas perde o sentido da atividade, de competição e de colaboração.

Para utilizar jogos em sala de aula, o professor deverá estar muito bem articulado com a sua proposta de utilização, pois o jogo requer planejamento, precisa ser aplicado com cautela, e ter todas as variáveis envolvidas durante a sua aplicação sob uma análise crítica (ambiente, tempo, dificuldades dos alunos, interesse), além do mais, que ele atue como mediador nas problematizações e desafios intrínsecos dos jogos.

Considerando as especificidades para o ensino de Ciências e, em particular, o ensino da Química, cabe ao professor fazer as interlocuções necessárias para suscitar interações entre a aprendizagem dos alunos e os conhecimentos químicos apresentados.

Vale salientar que o jogo não deve ser utilizado ao acaso, deve ter sempre em vista a responsabilidade e o compromisso lúdico, devendo estar explícito o objetivo de estimular o raciocínio e desenvolver habilidades e atitudes nos alunos.

Além disso, é preciso também ter consciência dos limites da utilização do jogo na atividade pedagógica, rompendo com uma visão fantasiosa de que o jogo seria uma panaceia para todos os males.

2.2. Reações de compostos aromáticos

Durante a última parte do século XIX, a teoria da valência de Kekulé-Couper-Butlerov foi, sistematicamente, aplicada a todos os compostos orgânicos conhecidos. Um resultado disso foi à classificação dos compostos orgânicos em duas categorias amplas: compostos alifáticos e aromáticos (SOLOMONS, 2009).

A denominação aromático, primeiramente, teve influência pelo odor que alguns compostos exalavam, como o Benzaldeído (responsável pelo aroma das cerejas, pêssegos e amêndoas), o tolueno (bálsamo) e o benzeno (do carvão destilado). Entretanto, logo se observou que essas substâncias denominadas aromáticas eram diferentes da maioria dos compostos orgânicos, em relação ao comportamento químico. Assim, foi adotada outra maneira de classificação para os mesmos, muito mais com base nas suas estruturas eletrônicas do que nos seus cheiros (SOLOMONS, 2009). Hoje em dia, usamos a palavra aromático para nos referir ao benzeno e seus derivados estruturais (MCMURRY, 2005).

As propriedades químicas de compostos aromáticos podem ser analisadas por duas perspectivas diferentes:

1 – Um modo de reatividade química envolve o próprio anel como um grupo funcional e inclui: (a) Redução; (b) Substituição eletrofílica aromática.

2 – A segunda família de reações é aquela na qual o grupo arila age como um substituinte e afeta a reatividade de uma unidade funcional a qual está ligado.

A reação mais importante e comum de um composto aromático é a de substituição aromática eletrofílica, ou seja, um eletrófilo (E^+) reage com o anel aromático e substitui um dos seus átomos de hidrogênio. Vários substituintes diferentes podem ser introduzidos no anel aromático por meio das reações de substituição eletrofílica. Pela escolha adequada dos reagentes, é possível ter as seguintes reações: Nitração, Sulfonação, Bromação, Alquilação e Acilação de Friedel-Crafts.

O anel benzênico pode receber dois tipos de substituintes: substituintes ativantes (orientam orto-para) e desativantes (orientam meta). Estes grupos afetam tanto a reatividade quanto a orientação nas substituições aromáticas eletrofílica.

2.3. O erro como instrumento de aprendizagem

A palavra erro provém do latim errare, significando “[...] engano, incorreção, falha, pecado.” (HOUAISS, 2001, p. 170). Porém, a definição do termo assume vários sentidos, dependendo da concepção que o origina.

De acordo com Torre (2007), o efeito do erro pode ser referido a partir de quatro direções semânticas: destrutivo, deturpativo, construtivo e criativo. Enquanto as duas primeiras acepções se referem ao erro como resultado, o efeito construtivo e criativo se inscreve em uma consideração processual. A polaridade resultado-processo nos permite, pois, apresentar uma dupla consideração do erro: a negativa e a positiva.

Ao se falar de erro no contexto escolar, a percepção mais comum a vigorar relaciona-se a definições negativas, sendo atrelada a uma concepção prejudicial e destrutiva, sinalizando mau desempenho e insucesso dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, a aprendizagem deve ser entendida com um processo e assim, o erro deve acompanhá-la de forma inevitável.

A partir desse entendimento, o erro não deve ser visto como aspecto negativo que desanima e distancia os estudantes do aprendizado, mas como um instrumento inovador, um indício, como muitos outros, do processo de construção de conhecimentos, ganhando relevância por sinalizar que o aluno está seguindo trajetórias diferentes daqueles propostos e esperados pelo professor. Assim sendo, o erro aponta aspectos significativos para o processo de investigação e construção.

Levando em consideração os jogos didáticos, trabalhar com o erro, ou partindo dele, mostra-se interessante, pois pode evidenciar aos alunos e ao professor que, às vezes, os conceitos não estão totalmente apreendidos e pode servir para que eles compreendam que aspectos do conhecimento faltam ser compreendidos ou ter seus significados melhores diferenciados, promovendo uma maior estabilidade desses saberes (CAVALCANTI, 2011).

Enquanto os alunos jogam, as situações-problema são apresentadas, permitindo aos jogadores a concordância de ideias e/ou estabelecimento de contradições. No último caso, na tentativa de superá-las, é possível que eles (re)organizem suas concepções e pela problematização inerente a discussão, é possível a construção de novas relações de aprendizagem.

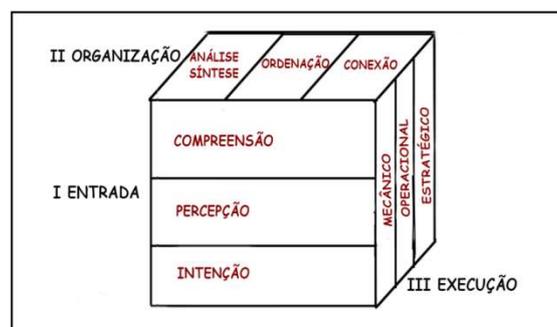
Ao se deparar com as problematizações que são vistas no decorrer das rodadas dos jogos, é necessário que o aluno reflita sobre suas ações e crie estratégias que desenvolvam o saber fazer oriundo de realidades flexíveis e incertas. Assim, a afetividade direciona o sujeito a alcançar objetivos e a inteligência determina as estratégias a serem alcançadas na obtenção do êxito (FARIA, 1998).

O jogo apresenta diversos aspectos diferenciados frente ao erro, todavia, não é explorado como caminho metodológico. Inerente a esse processo, é necessário que se tenha conhecimento sobre as dimensões e categorias dos erros.

O conhecimento dos erros e de seus tipos facilita o diagnóstico e tratamento dos mesmos, podendo ser benéfico para a melhor compreensão dos mecanismos de aprendizagem.

A figura abaixo mostra o modelo de análise didática dos erros (MADE) proposto por Torre (2007), onde são recolhidas as principais dimensões e categorias do erro.

Figura 1: Modelo de análise didática dos erros



Fonte: TORRE, 2007, p. 108.

Assim, deve se levar em consideração as três dimensões (Entrada, Organização e Execução) em qualquer procedimento sistêmico. Esses momentos são detalhados no quadro 1.

Quadro 1: Dimensões e Categorias do MADE

TIPOS DE ERRO		
I - ENTRADA	II - ORGANIZAÇÃO	III - EXECUÇÃO
<p>Normalmente, está ligado a interpretação na leitura inicial da questão, podendo existir um desequilíbrio entre a informação que dispõe e o problema que tem de resolver.</p>	<p>Refere-se ao desenvolvimento da questão. Ocorre quando o sujeito trata de mudar a informação de que dispõe para dar com a resposta que lhe é pedida.</p>	<p>Corresponde aos equívocos. Tem lugar quando o sujeito arrisca caminhos novos, procedimentos não familiares e age de maneira pouco reflexiva.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Intenção – Quando existe confusão ou ambiguidade de metas sobre o que se pede, transformando-se, facilmente, em desequilíbrio e sendo levado ao erro. • Percepção – Resulta da insuficiente percepção ou análise do problema. • Compreensão – A incompreensão, o não domínio do objeto (linguagem) leva, antes ou depois, ao erro, causando repercussão no desenvolvimento dos processos cognitivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise e Síntese - Para organizar as informações é preciso ter claro algum critério. O erro acontece quando o sujeito não identifica as características relevantes e desconhece os passos a seguir para chegar à solução. • Ordenação – Deriva da inadequada relação ou sequenciação da informação. Geralmente, associa-se a essa categoria um erro conceitual. • Conexão – O erro provém de transferir as estratégias conhecidas para o problema atual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mecânico – Costuma-se tratar de pequenos detalhes. Tem lugar no processo de codificação. E apresenta menos relevância. • Operacional – Ocorre ao se operar ou executar um procedimento. As distrações levam a confundir a ordem ou passos de um processo. • Estratégico – O sujeito não segue o processo que lhe é pedido e equivoca-se na utilização da estratégia adequada para a resolução de um problema.

Fonte: Própria (2016)

Este modelo proporciona uma visão mais ampla e completa da tipologia do erro para sua análise, sua investigação e seu tratamento.

3. METODOLOGIA

Devido à finalidade de descrever os tipos de erros dos alunos, a pesquisa baseia-se na análise das elaborações dos alunos como resposta aos desafios apresentados no jogo das reações, caracterizando-se como uma pesquisa exploratória.

A pesquisa foi desenvolvida no Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, localizado em Caruaru; e aplicada aos alunos do curso de Química- Licenciatura que cursam a disciplina de Química Orgânica II.

Inicialmente foi realizada a aplicação do Jogo das Reações Orgânicas, que é um jogo didático de tabuleiro que se utiliza de blocos de cartas para se ter jogabilidade. A figura 2 mostra o modelo do jogo.

Figura 2: Modelo do tabuleiro e dos blocos de cartas do jogo das reações



Fonte: Própria (2016)

Neste jogo, os participantes tem que percorrer casas no tabuleiro superando três níveis de dificuldade, sendo diferenciadas pelas tonalidades de cores, onde as cartas de reagente serão divididas nesses três níveis: fácil, médio e difícil. Ao se depararem com os desafios (conjunto de condições reacionais + substratos), os alunos deveriam dar como resposta o produto formado, escrevendo os mecanismos ou mesmo transcrevendo seus raciocínios em um bloco de notas. Durante a trajetória, os participantes também encontrarão cartas com condições surpresas (bônus, penalidades e desafios). É importante ressaltar que um mesmo conjunto de reagente e condição reacional não pode ser utilizado mais de uma vez pelas equipes. Ganha o jogo quem percorrer esse trajeto primeiro.

Os erros foram, a cada rodada, identificados e categorizados tendo como base o modelo de análise didática do erro, proposto por Torre (2007), investigando-se a evolução das elaborações como respostas aos desafios propostos no jogo e da superação ou não das dificuldades dos alunos expresso na superação do erro. A organização desse modelo consiste em várias dimensões e categorias, porém foi utilizada uma versão simplificada, visto que satisfaz a finalidade desta pesquisa. Também se investigou a transferibilidade das estratégias e resoluções para diferentes conjunturas apresentadas como desafios a cada rodada do jogo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise inicial consistiu em verificar os erros cometidos pelos alunos no decorrer das rodadas. Observou-se que nas rodadas iniciais os erros eram frequentemente notados, onde os principais consistiam em Halogenação de radicais livres, Oxidação da cadeia lateral, Acilação de Friedel-Crafts, Redução de Clemmensen, e quando se tratava de efeito dos substituintes na orientação (Grupos ativadores – orientadores Orto-Para; e Grupos desativadores – orientadores Meta).

Os erros foram categorizados tendo como base o Modelo de Análise Didática do Erro (MADE).

Erro de entrada

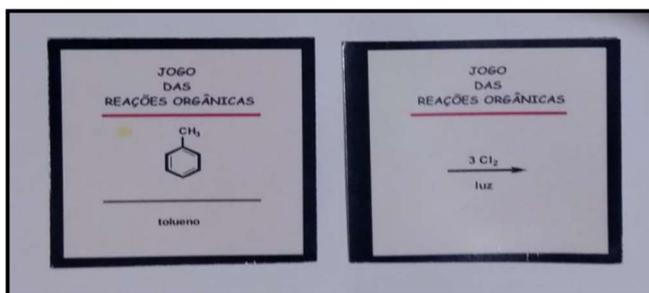
Nesta dimensão, foi identificado o erro de compreensão. Segundo Torre (2007), compreender um problema significa ser capaz de reconceituá-lo ou expressá-lo em termos diferentes, com a própria linguagem. Assim, a incompreensão, o não domínio do objeto (linguagem) leva, antes ou depois, ao erro, causando repercussão no desenvolvimento dos processos cognitivos.

Ocorre quando o aluno não apresenta domínio para fazer a leitura e não tem compreensão da linguagem (signos/natureza do objeto) do campo do conhecimento - reações de compostos aromáticos - verificando, assim, se existe presença de linguagens específicas, por exemplo, presença de luz. O erro é gerado pela incompreensão daquilo que o aluno dispõe, pois cada detalhe expressa significado e se faz necessário que eles sejam observados e compreendidos.

Observa-se o erro de compreensão através do exemplo na situação seguinte.

A figura 3 mostra as cartas que indica o desafio proposto no jogo. O produto formado a partir dessa reação era a resposta esperada.

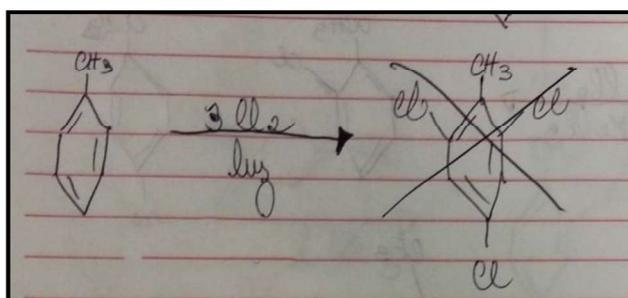
Figura 3: Substrato + condição reacional



Fonte: Própria (2016)

A partir do desafio mostrado na figura 3, observa-se a elaboração do aluno ao apresentar sua resposta no qual se verifica um erro de entrada (Figura 4).

Figura 4: Resposta apresentada pelo aluno A1 (Errada)



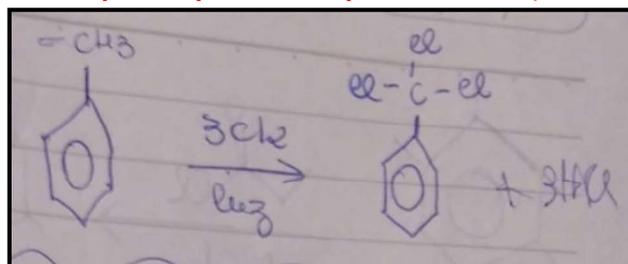
Fonte: Própria (2016)

Quando halogenamos um anel aromático que possui grupo alquila (cadeia lateral), pode-se conseguir dois produtos diferentes, dependendo das condições em que a reação é realizada.

O erro neste caso ocorre quando o aluno A1, na cloração do tolueno, faz a substituição no anel, no entanto, isso ocorreria se a reação ocorresse em presença de um ácido de Lewis, no escuro e a frio. Este erro denota falta de compreensão do aluno A1 nas condições reacionais apresentadas no desafio levando a um raciocínio equivocado.

Nota-se a resposta correta na figura 5, onde o aluno A2 considera a presença de luz e realiza a substituição na cadeia lateral.

Figura 5: Resposta apresentada pelo aluno A2 (Correta)



Fonte: Própria (2016)

Nesse plano, cabe ao professor ampliar o vocabulário fazendo com que os alunos compreendam a linguagem do campo das reações de compostos aromáticos e, com isso, eles passem a ter clareza e domínio do que é pedido.

Erro de organização

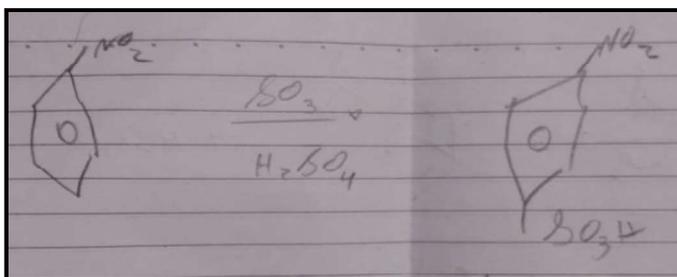
Os principais erros verificados nessa dimensão foram os erros de ordenação.

Organizar a informação disponível é uma tarefa fundamental, não só para resolver problemas como para tomar decisões. Dessa forma, a ordem facilita, portanto, a compreensão da mensagem/desafio e evita equívoco.

De acordo com Torre (2007), esse tipo de erro deriva da inadequada relação ou sequenciação da informação. E por trás dele costuma existir um erro conceitual de entrada, onde o sujeito não mobiliza adequadamente a informação que possui, desviando-se, conseqüentemente, da meta buscada.

A figura aquém ilustra um exemplo desse tipo de erro.

Figura 6: Resposta apresentada pelo aluno A3 (Errada)

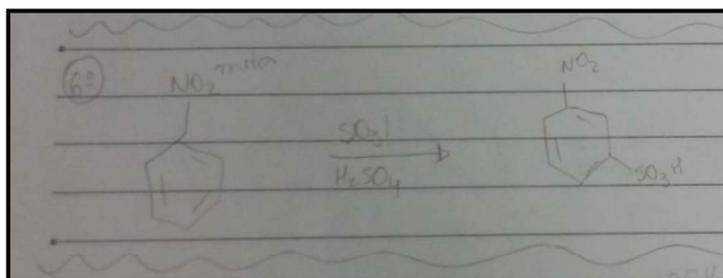


Fonte: Própria (2016)

Percebe-se no exemplo acima, que o aluno A3, apesar de reconhecer a existência de um efeito de ativação/desativação do grupo NO₂, apresenta dificuldades quanto a definir o comportamento decorrente da presença específica do grupo, ou seja, se este apresenta um efeito ativador ou desativador.

Na figura 7, ao realizar a sulfonação do benzeno, o aluno tem a compreensão de que o grupo NO₂ é fortemente desativador, logo, leva a uma orientação meta.

Figura 7: Resposta apresentada pelo aluno A4 (Correta)

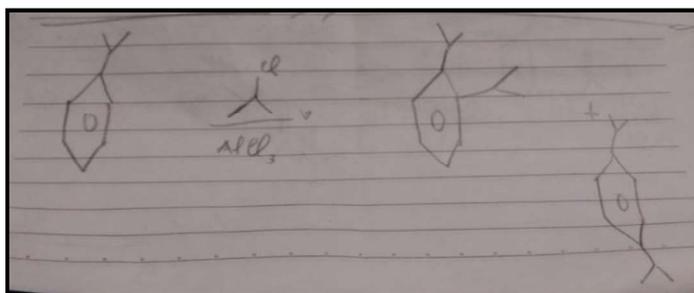


Fonte: Própria (2016)

Observa-se que no decorrer das rodadas os erros cometidos começam a ser revisitados, discutidos e superados. Nesse aspecto, o erro adquire o caráter de autorregulador da aprendizagem porque o próprio aluno consegue dentro desse ambiente lúdico reconstruir e ressignificar a sua compreensão a partir dos erros seus e dos colegas mediados pela discussão em seu próprio grupo, pela refutação justificada dos grupos competidores e pela intermediação do próprio professor.

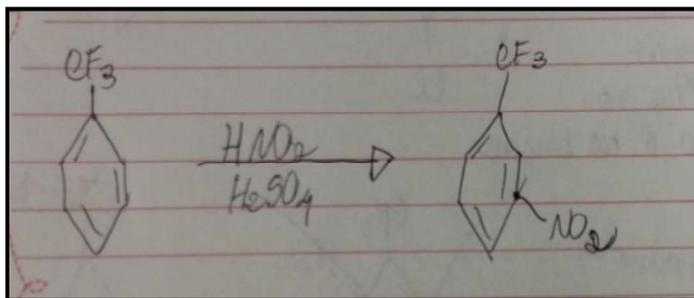
E isso pode ser notado a partir da observação de acertos em exemplos que envolvam raciocínio/estratégia semelhantes. Como pode ser visto nas figuras 8 e 9.

Figura 8: Resposta correta apresentada pelo aluno A3 (8ª rodada)



Fonte: Própria (2016)

Figura 9: Resposta correta apresentada pelo aluno A1 (9ª rodada)



Fonte: Própria (2016)

Erros de Execução

Nessa terceira dimensão, nota-se que os erros ocorreram devido ao estilo impulsivo e pouco reflexivo dos alunos diante dos problemas propostos.

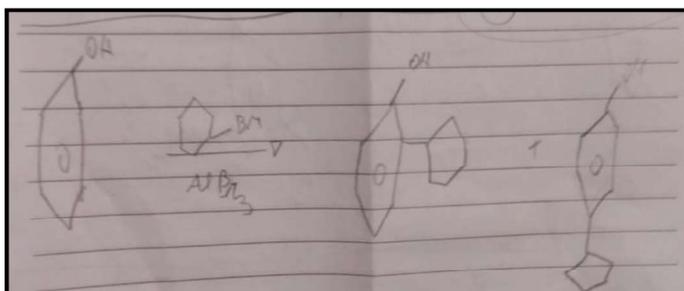
Torre (2007) ressalta que, enquanto os erros de entrada e de organização requerem uma maior orientação, nos de execução basta proporcionar pistas indicativas do processo. Um resultado intermediário ou final permite ao aluno voltar sobre seus passos e achar o lugar da falha.

Notou-se situação de erro mecânico dentro dessa dimensão.

Os erros mecânicos são menos relevantes dentro de uma perspectiva didática, pois costumam tratar-se de pequenos detalhes. Geralmente, é ocasionado por esquecimento ou pela maneira impulsiva ao realizar um procedimento.

Uma demonstração desse tipo de erro pode ser vista na figura 10. O exemplo mostra uma reação de alquilação. Essa reação tem por objetivo inserir um grupo alquila diretamente no anel benzênico através de substituição do hidrogênio do anel pelo determinado grupo. Como tem a presença do OH ligado no anel, deve-se observar a orientação.

Figura 10: Resposta apresentada pelo aluno A3 (Errada)



Fonte: Própria (2016)

Embora o aluno tenha acertado que se tratava de uma reação de alquilação e que a mesma obedeceria a uma orientação orto-para, ele erra ao adicionar um ciclopentano na orientação para. Esse tipo de erro que Torre (2007) assinala como pouco reflexivo

Percebe-se que os jogadores/alunos utilizam como estratégia a observação não somente dos seus erros, mas, dos erros das outras equipes, pois, os mesmos erros dificilmente voltavam a acontecer. Notou-se também no decorrer das rodadas, que cada resposta teve sua importância, seja ela certa ou errada. Dessa forma, o erro no jogo ao invés de ser utilizado como fonte de castigo, a excluir e a traumatizar os alunos, cumpre um papel problematizador, transformando-se em situações de aprendizagem.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tipificação dos erros segundo a metodologia de análise didática dos erros se mostrou importante no sentido de facilitar a categorização dos erros dos alunos independente do tipo de reação presente no desafio vivenciado no jogo e assim melhor acompanhar a evolução das elaborações e superação das dificuldades apresentadas nas rodadas iniciais.

Diante da proposta desenvolvida, pode-se inferir que o jogo, quando utilizado de forma planejada, pode levar os alunos a mudanças conceituais, além de ser capaz de desenvolver habilidades e inseri-los nos processos de ensino e aprendizagem, tornando-os ativos na construção do seu próprio conhecimento.

Nesse sentido, notou-se que o jogo apresenta mais uma possibilidade, além das tantas já descritas na literatura, que é a utilização do erro como um caminho para reelaboração de conhecimentos químicos. Este fato foi confirmado quando percebemos que os alunos trabalharam com seus próprios erros, rodada a rodada do jogo, buscando ressignificar a sua aprendizagem, a partir de um saber fazer compreendido, caracterizando o ato de aprender como um processo em construção.

Verificou-se também que a recursividade exerce um papel potencialmente significativo no processo de ensino e aprendizagem propiciado pelo uso do jogo didático, uma vez que a dinâmica do jogo e a socialização possibilitam, ao longo das rodadas, revisitar desafios que, embora envolvam uma conjuntura diferente (substratos e condições reacionais), são passíveis de comparação a situações já vivenciadas por eles mesmos ou pelos demais competidores em rodadas anteriores, permitindo, a partir da reelaboração de seus próprios raciocínios originais (erros cometidos nas rodadas iniciais), processos de reorganização da estrutura cognitiva, características de uma aprendizagem significativa.

Portanto, a ludicidade é um aspecto essencial para tornar o aluno ativo, fator que favorece o esforço espontâneo dos participantes em busca de superação dos próprios erros. Atribui-se esse comportamento positivo dos estudantes a ausência de pressão, propiciada pelo próprio caráter de liberdade e não seriedade, ou seja, a partir dos jogos essa ação é possível em detrimento de outras metodologias onde o erro é tido como aspecto negativo e punitivo.

REFERÊNCIAS

BERTONI PINTO, N. O erro como estratégia didática: Estudo do erro no ensino da matemática elementar. Campinas: Papyrus, 2000.

BROUGÈRE, G. Jogo e educação. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.

CAMPOS, L. M. L. BORTOLOTO, T. M.; FELICIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. Caderno dos Núcleos de Ensino, p.35-48, 2003.

CAVALCANTI, E. L. D. O Lúdico e a Avaliação da Aprendizagem: Possibilidades para o Ensino e a Aprendizagem de Química. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Goiás, Brasil, 2011.

CAVALCANTI, E. L. D. SOARES, M. H. F. B. O RPG como estratégia de problematização e avaliação do conhecimento químico. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 8, 255-280, 2009.

FARIA, A. R. Desenvolvimento da criança e do adolescente segundo Piaget. 4 ed. São Paulo. Ática, 1998.

KISHIMOTO. T. M. Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação. São Paulo, Cortez Editora, 4 edição, 1996.

LUCKESI, C.C. Prática escolar: do erro como fonte de castigo ao erro como fonte de virtude. In: FDE. (Org.). Caderno Idéias. São Paulo: FDE - Fundação para o Desenvolvimento da Educação, 1990, v. 8, p. 133-140.

MARIANO, A. et al. O ensino de reações orgânicas usando química computacional: I. Reações de adição eletrofílica a alquenos. Química Nova. V. 31, n. 5, p. 1243-1249, 2008.

MCMURRY, J. Química Orgânica, 6a ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, v. 2, 2005.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

POZO, J. I. Teorias Cognitivas da Aprendizagem. 3ª ed. Tradução de J. A. Lorens. Porto Alegre: Artmed, 1998.

RODRIGUES, J. A. R.; Recomendações da IUPAC para nomenclatura de moléculas orgânicas. Química Nova na Escola, n. 13, p. 22-28, 2001.

SOARES, M. H. F. B. O Lúdico em Química: Jogos e Atividades Aplicados ao Ensino De Química. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, Brasil, 2004.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e Atividades Lúdicas para o Ensino de Química. Goiânia: Kelps, 2013.

SOLOMONS, T. W. G. Química Orgânica. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

TORRE, Saturnino de la. Aprender com os erros: o erro como estratégia de mudança. Porto Alegre: Artmed, 2007.