

Importância da categorização dos erros no processo de ensino e aprendizagem de reações orgânicas a partir do uso de jogo didático

Maria Rúbia Viana de Freitas, José Ayron Lira dos Anjos, Kátia Silva Cunha e Ricardo Lima Guimarães.

Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Brasil.
Emails: rubiafreitas_8@hotmail.com, ayronanjos@gmail.com, kscunha@gmail.com, rquimaraes@gmail.com.

Resumo: O jogo didático apresenta diversos aspectos diferenciados frente ao erro. Inerente a esse processo, e a partir da consciência do seu valor positivo e construtivo, é necessário que se tenha conhecimento sobre as dimensões e categorias dos erros, pois, a não compreensão delas reduz a possibilidades de aprendizagens efetivas a partir da reflexão na ação. Dentro desse contexto, este trabalho objetiva identificar e classificar os erros dos alunos ao longo da execução do jogo, a partir da adaptação do sentido das dimensões e categorias do Modelo de Análise Didática dos Erros (MADE) proposto por Torre (2007) dando ênfase às reações orgânicas. Trata-se de um estudo de natureza qualitativa, que foi realizado no Centro Acadêmico do Agreste. Os resultados apontaram que a adaptação do MADE dentro do contexto das reações orgânicas, se mostrou importante no sentido de facilitar a categorização dos erros dos alunos, independentemente do tipo de reação presente nos desafios vivenciados no jogo e, oportunizou acompanhar a evolução das elaborações e superação das dificuldades apresentadas nas rodadas iniciais. Além do mais, no decorrer das rodadas, os erros cometidos começaram a ser revisitados, discutidos e superados. Dessa forma, verificamos que diante dessas situações existe aprendizado a partir da reflexão propiciada no ato do erro.

Palavras chaves: Aprendizagem, erro, jogo didático.

Title: Importance of the categorization of errors in the teaching and learning process of organic reactions from the use of didactic game

Abstract: The didactic game presents several different aspects to the error. Inherent in this process, and based on the awareness of its positive and constructive value, it is necessary to have knowledge about the dimensions and categories of errors, because the lack of understanding of them reduces the possibilities of effective learning from reflection on action. Within this context, this work aims to adapt the meaning of the dimensions and categories of the Model of Didactic Analysis of Errors (MADE),

emphasizing the organic reactions, so that it is possible to categorize the different types of errors before the game situations. This is a qualitative study, which was carried out at the Agreste Academic Center. The results showed that MADE adaptation within the context of organic reactions was important in order to facilitate the categorization of students' mistakes, regardless of the type of reaction present in the challenges encountered in the game, and opportunized to follow the evolution of the elaborations and overcoming difficulties encountered in the initial rounds. Moreover, during the rounds, the mistakes made began to be revisited, discussed and overcome. In this way, we verify that before these situations there is learning from the reflection provided in the act of error.

Keywords: Learning, error, didactic game.

INTRODUÇÃO

Ao se falar de erro no contexto escolar, desde o ensino básico até a universidade, 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 e aprendizagem.

Sendo o êxito, a eficácia e o produto, os critérios a partir dos quais se analisa a aprendizagem, torna-se, pois, natural que todo elemento que "atrapalhe", como é o caso do erro, seja evitado (TORRE, 2007). 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 (HOFFMAN, 2002). Dessa maneira, é necessário que o erro possa ser refletido em sala como um obstáculo provocativo que tem de ser trabalhado e, possivelmente sanado, para reelaboração de significados na aprendizagem.

Uma grande dificuldade frente a essa perspectiva construtiva do erro no ensino de química, sobretudo o de química orgânica, é que na maioria das vezes o ensino dessa disciplina se baseia apenas numa perspectiva de ensino atrelada a memorização e repetição de fórmulas, procedimentos e conceitos. Sob esta ótica, torna-se importante propor estratégias no ensino e aprendizagem afim de conseguir mudanças em conhecimento, habilidades e atitudes, e proporcionar um caminho que passe de um paradigma centrado nos produtos para outro que atenda aos processos. Por conseguinte, o erro nesse processo não pode ser tomado como objetivo ou meta em si, mas como um obstáculo provocativo/questionador que temos de superar, a partir de diálogo e reflexão (TORRE, 2007).

Nesse contexto, fazer uso de jogos no ensino da química orgânica possibilita que esta disciplina se torne mais desafiadora, atraente e

questionadora para os estudantes, possibilitando um saber fazer compreendido.

Outro aspecto que mostra que o uso de jogos didáticos em processos de ensino e aprendizagem tem se mostrado potencialmente interessante 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).

Além do mais, o jogo apresenta diversos aspectos diferenciados frente ao erro. Inerente a esse processo, e a partir da consciência do seu valor positivo e construtivo, é necessário que se tenha conhecimento sobre as dimensões e categorias dos erros. Pois, a não compreensão deles reduz a possibilidades de aprendizagens efetivas a partir da reflexão na ação.

Dessa forma, a atuação docente frente aos diferentes tipos de erros apresentados pelos alunos não pode ser intuitiva, ela deve partir de uma fundamentação teórica adequada para que o processo tenha possibilidade de se efetivar. Ressaltando assim, a importância do estudo do erro para que se entenda que existem erros de natureza diferentes dentro de cada campo específico de conhecimento.

Considerando-se os aspectos discutidos, este trabalho objetiva identificar e classificar os erros dos alunos ao longo da execução do jogo, a partir da adaptação do sentido das dimensões e categorias do Modelo de Análise Didática dos Erros (MADE) proposto por Torre (2007) dando ênfase às reações orgânicas.

De acordo com o foco do trabalho, e para análise do processo, optou-se por uma teoria que dê conta de explicar os fenômenos abordados. A teoria adotada foi a Psicologia Histórico-Cultural, uma vez que esta teoria tem pressupostos que se coincidem com os argumentos apresentados no estudo.

Para atingirmos os objetivos do artigo, a seção seguinte elencará alguns pressupostos teóricos sobre o erro e da psicologia histórico-cultural que serão importantes para analisar os dados e atingirmos os objetivos da pesquisa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

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.

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?).

Os erros são informadores preciosos quanto ao conteúdo e à forma da aprendizagem, a subsidiar ações tanto de quem ensina quanto de quem aprende. Na concepção de Torre (2007), o erro é "[...] um desequilíbrio entre o esperado e o obtido" (TORRE, 2007, p.77), configurando-se um indicativo do caminho trilhado pelo aluno e a sugerir a existência de uma falha no processo de aprendizagem.

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. A superação do erro, então, pressupõe o uso de novas formas de análise e atuação sobre ele, transformando a lógica do aluno em um recurso de apreensão de conhecimentos e desenvolvimento de competências básicas e essenciais ao indivíduo.

Para que se entenda que existem erros de natureza diferentes dentro de cada campo específico de conhecimento, o seu estudo é imprescindível. Nesse sentido, para que haja intervenção pedagógica eficiente, é preciso saber o tipo de erro, pois, por se tratar de categorias de erros diferentes, é necessário que o professor intervenha de maneira diferenciada, colocando-o diante de uma abordagem metodológica específica para cada categoria.

Dimensões e Categorias do Modelo de Análise Didática dos Erros (MADE)

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.

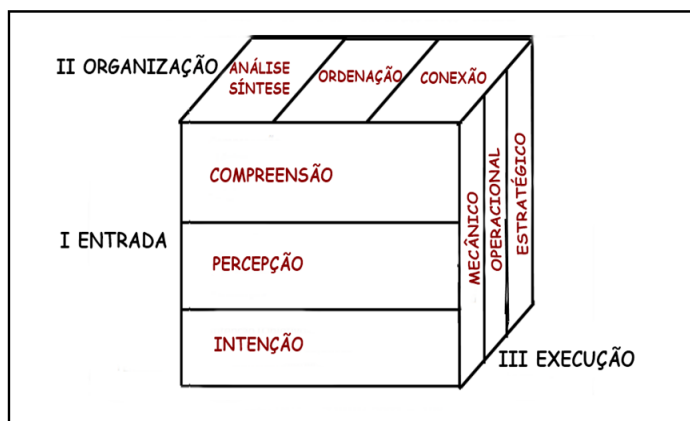
Nikerson, Perkins e Smith (1987), citados por Torre (2007), se expressam nos seguintes termos: "É importante que os professores se dêem conta das deficiências comuns do raciocínio; não apenas com o fim de que sejam capazes de corrigi-las mediante treinamento, como também, o que não é menos importante, para evitar o reforço desses modos de pensar" (NIKERSON, PERKINS e SMITH, 1987, p.168, In: TORRE, 2007, p.107).

A esse argumento de evitamento acrescentamos o da utilização sistemática e, de modo que exista consciência no ato da lógica, do raciocínio para impedir que o sujeito caia em erros posteriores.

Deve-se deixar claro que, no processo de aprendizagem, ocorrem erros diferentes e, por trás de cada um, existe um motivo. Para Torre (2007), averiguar a causa de cada erro nos abrirá muitos segredos de aprendizagem.

A figura 1 mostra o modelo de análise didática dos erros proposto por Torre (2007), na qual 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 a seguir.

ERRO DE ENTRADA – 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. Pode ocorrer nos planos da:

- **Intenção** – Muitas vezes, o aluno não sabe o que realmente se pede em um trabalho ou uma tarefa, ou seja, não existe o desenvolvimento do patamar de captação de significados por parte do sujeito. Assim, existe confusão ou ambiguidade de metas sobre o que se pede, transformando-se, facilmente, em desequilíbrio e sendo levado ao erro.
- **Percepção** – Resulta de uma má interação entre as características da informação e os processos cognitivos do sujeito. Vem da insuficiente percepção ou análise do problema; não analisa, suficientemente, os detalhes e responde inadequadamente, pensando que está na direção correta.
- **Compreensão** – 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.

ERRO DE ORGANIZAÇÃO – Se refere 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. Podem ser de:

- **Análise e Síntese** - Nem sempre é fácil analisar ou isolar as propriedades de um objeto e, muito menos, diferenciar o substancial do complementar. 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. Além da própria experiência e a adivinhação com que o sujeito supre a falta de informação.

- **Ordenação** – Deriva da inadequada relação ou sequenciação da informação. O sujeito não conecta, adequadamente, a informação que possui, desviando-se, por isso, da meta buscada. Geralmente, associa-se a essa categoria um erro conceitual.

- **Conexão** – A dificuldade provém de transferir as estratégias conhecidas para o problema atual. Às vezes, o sujeito se agarra de tal maneira aos padrões adquiridos que rejeita qualquer variação que não se ajuste ao conhecido.

ERRO DE EXECUÇÃO – Corresponde aos equívocos. Tem lugar quando o sujeito arrisca caminhos novos, procedimentos não familiares e age de maneira pouco reflexiva. Divide-se em:

- **Mecânico** – Costuma-se tratar de pequenos detalhes. Tem lugar no processo de codificação. Acontece mais em situações com precipitações, urgência ou cansaço. De uma perspectiva didática, no entanto, parece ter menos relevância.

- **Operacional** – Ocorre ao se operar ou executar um procedimento. O nervosismo é frequente nesse tipo de situações. As distrações levam a confundir a ordem ou passos de um processo. Geralmente, os erros operacionais ocorrem quando ainda não se domina o procedimento.

- **Estratégico** – O sujeito não segue o processo que lhe é pedido. Ao entender a estratégia como o procedimento pelo qual se organiza, sequencialmente, a ação com o objetivo de alcançar determinados propósitos, se verifica esse tipo de erro. Assim, ocorre quando se dá um equívoco na utilização da estratégia adequada para a resolução de um problema.

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

Jogo e aprendizagem a partir da Psicologia Histórico-Cultural (PHC)

Na concepção histórico cultural a brincadeira realizada pelo ser humano, tem natureza social, no qual aprende-se a brincar por meio da inserção na cultura. Assim, diferentemente das concepções naturalizantes do jogo que

marginalizam sua origem histórica, ele é compreendido como reflexo do seu tempo, de sua época, ou seja, uma conquista histórica repassada às crianças. "O jogo nasce da inserção da criança no mundo e a apropriação cultural, o modo que se brinca e o conteúdo da brincadeira dependem dessa inserção da criança no mundo do adulto" (MESSEDER NETO, 2016, p. 146).

Nessa concepção Vigotskiana o jogo pode entrar na sala de aula como um resgate psicológico do aluno, de modo a não o abandonar à própria sorte. Ele precisa entrar como um atalho na sala de aula, para que o aluno, em um curto espaço de tempo e com o auxílio do professor, consiga resgatar o que não foi desenvolvido anteriormente e avance através do estudo, para um patamar psicológico mais desenvolvido de pensamento possibilitando a compreensão de conceitos científicos. Sobre isso Messeder Neto e Moradillo (2017) afirmam que: "o jogo é ponto de partida e não de chegada. Devemos começar como jogo, mas devemos chegar à atividade principal do estudo".

Assim, as atividades com jogos não devem ter a pretensão de tornar fáceis os conceitos e/ou procedimentos que não podem ser; pois o processo de aprendizagem requer esforço, dedicação e essas características não poderão ser suprimidas (MESSEDER NETO, 2016; ANJOS e GUIMARAES, 2017). Essa afirmação pode ser ratificada seguindo a ideia de Gramsci (1982):

Deve-se fazer com que a criança só se fatigue quando for indispensável e não inutilmente; mas é igualmente certo que sempre será necessário que se fatigue a fim de aprender e que se obrigue a privações e limitações do movimento físico, isto é, que se submeta a um tirocínio psicofísico. Deve-se convencer a muita gente que o estudo é também um trabalho, e muito fatigante, com um tirocínio particular próprio, não só muscular-nervoso, mas intelectual: é um processo de adaptação, é um hábito adquirido com esforço, aborrecimento e mesmo sofrimento. (...) essas questões podem se tornar muito ásperas e será preciso resistir à tendência a tornar fácil o que não pode sê-lo sem ser desnaturado (p. 138-139).

Como apontado pelos autores, aprender requer um esforço que remete ao raciocínio, à reflexão, ao pensamento crítico e criativo, e, consequentemente, à construção do seu conhecimento.

Outro aspecto em relação a concepção Vigotskiana acerca do jogo, destacado por Messeder Neto (2016), está relacionado com os objetivos finais determinados pela criança em relação à atividade, que segundo epistemólogo determina a relação afetiva da criança com o jogo. No entanto, Messeder Neto (2016) compreende a importância que o objetivo final possui na relação afetiva da criança com o jogo, mas considera que ele não deve prevalecer sobre o processo.

A criança, ao perder o jogo, ficará frustrada, mas essa frustração não deve ser maior do que o prazer posto pelo ato lúdico. Esse prazer do processo precisa vigorar sobre

o produto para que a criança volte a jogar em outro momento (MESSEDER NETO, 2016, p. 153).

As características descritas, segundo Vigotski (2008) faz com que a criança aprenda por meio dos jogos a agir nas linhas de menor e maior resistência, pois nas brincadeiras ela encontrará os dois extremos, dos quais poderá fazer o que mais deseja, mas também haverá situações em que deverá recusar aquilo que mais lhe chama a atenção, pelo fato de ter que se submeter às regras. Assim, a brincadeira é compreendida por Vigotski como fonte de desenvolvimento, e cria a zona de desenvolvimento iminente na criança, pois suas ações presentes nas brincadeiras estarão sempre acima da sua média de idade, acima do seu comportamento cotidiano.

Dentro dos aspectos da PHC, e 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.

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.

Ensino de Química Orgânica

O ensino de química orgânica nas escolas de ensino básico e até nas universidades costuma ser marcado por existir muita memorização e procedimentos mecânicos. Adicionalmente esse processo em que o estudante é apartado da busca da compreensão, de dar sentido ao que se aprende, tem desmotivado cada vez mais os alunos e colocado em alerta todo o sistema escolar (MIRANDA; COSTA, 2007).

O estudo dessa disciplina requer uma maior atenção e um comprometimento devido à complexidade e abstração de seus conceitos. Especificamente em se tratando do estudo dos mecanismos de reações em disciplinas de Química Orgânica, Mariano et. al (2008) destaca que o seu entendimento não pode ser resumido em uma regra e, dessa forma, ainda representa um desafio para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação.

Para Roque e Silva (2008), o estudo de química orgânica é muito dificultado caso não haja a adequada compreensão do significado das várias representações (moleculares, estruturais, equações, mecanismos, gráficos). Significados esses que nem sempre são apresentados aos alunos e problematizados em sala de aula, durante os cursos de química orgânica no ensino superior.

De certa forma, as ideias dos alunos sobre reações orgânicas estão relacionadas à "intuição química" e refletem um conhecimento compartimentalizado. O entendimento de uma reação química envolve conceitos microscópicos (em nível molecular) e macroscópicos (coleção de muitas moléculas) dos sistemas químicos investigados (reagentes, estados

de transição e produtos) e o que se espera é que o aluno não decore qualquer regra na ilusão de poder explicar a formação de um produto, mas sim, que consiga correlacionar estes conceitos.

Nessa perspectiva de desenvolver buscar melhoras na qualidade do ensino de química orgânica, assim como nos mecanismos de reações, especificamente nas reações de compostos aromáticos, e torná-la um saber fazer compreendido, pode se fazer uso do jogo didático como metodologia potencialmente significativa. 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) que já foram abordados ou vivenciados pelos alunos.

Um segundo ponto é que a utilização do jogo 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).

METODOLOGIA

A abordagem que adotada para realização desse estudo foi a pesquisa qualitativa, a qual busca responder questões muito particulares, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais. E evidenciam-se as relações decorrentes das interações entre professores e alunos no processo de construção do conhecimento (OLIVEIRA, 2009).

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Pernambuco/Centro Acadêmico do Agreste, Caruaru-PE, tendo como colaboradores da pesquisa os alunos matriculados na disciplina Química Orgânica II no período de 2016.1. O ambiente foi o da sala de aula, dividindo os alunos da disciplina em grupos menores, alternando os dias de aplicações. O intuito não foi o de fragmentar a turma, mas separá-los a fim de uma facilitação na análise das habilidades cognitivas que os estudantes utilizaram para a resolução dos problemas propostos e ambientalização no decorrer do jogo.

O jogo utilizado foi o "Jogo das Reações Orgânicas", que é um jogo didático de tabuleiro que se utiliza de cartas para que se tenha jogabilidade. Nele, os participantes têm 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. A figura 2 mostra o modelo do jogo

Figura 2: Modelo do tabuleiro e dos blocos de cartas do Jogo das Reações



Fonte: a autora (2016)

A cada jogada, os desafios eram montados por dois grupos e socializados com os demais, nos casos de acertos e, inclusive, de erros. O primeiro grupo (01) escolhia o substrato e mostrava sua carta para que, a partir dela, o grupo seguinte pudesse escolher a condição reacional. Nesse momento, cabia ao grupo (02) fazer a opção por uma condição reacional que se aplicasse àquela escolha. Vale salientar que o grupo (02) só podia escolher uma condição que ele soubesse dar como resposta o produto formado, pois eram eles que iriam corrigir a resposta do grupo (01) que ficara de responder naquele momento de jogo. Ao se depararem com os desafios (substrato + condição reacional), os alunos davam como resposta o produto formado, escrevendo os mecanismos ou mesmo transcrevendo seus raciocínios em um bloco de notas. Depois que o grupo 01 dava a resposta, o grupo 02 verificava se estava ou não correto o produto formado. Avançava uma casa se a resposta estivesse certa. É importante ressaltar que um mesmo conjunto de reagente e condição reacional não podia ser utilizado mais de uma vez pelas equipes.

Durante a trajetória, os participantes também encontravam cartas com condições surpresas (bônus, penalidades e desafios), bem como, cada grupo tinha direito a receber dois cartões de bloqueio de participante, que deveria ser usado em momentos estratégicos. Ganhava o jogo quem percorresse o trajeto primeiro ao final da rodada.

Para a coleta de dados utilizamos como instrumentos a videogravação, os registros das discussões e elaborações dos alunos nas rodadas e o diário de campo nos momentos de jogo, sendo este último usado como forma de anotar resultados que foram percebidos no momento imediato da aplicação.

Em seguida, transcrevemos a videogravação para posterior análise da mesma, a fim de coletar os resultados e, no decorrer do trabalho, foram revisitadas, sempre que necessário.

A fim de escolher o melhor método de análise de dados, fizemos uma análise comparativa com o Modelo de Análise Didática do Erro, proposto por Torre (2007) e, pelo fato de o autor tratar apenas de exemplos de português e matemática, fez-se necessário uma adaptação no sentido das categorias, visto que o MADE não dava conta da análise em questão por se tratar de uma abordagem específica de reações orgânicas.

Não obstante os erros terem sido identificados nas dimensões de entrada, organização e execução, foi imprescindível classificá-los em cada categoria, de acordo com o campo específico, pois embora estivessem dentro da mesma esfera, apresentavam contextos e naturezas diferentes.

Posteriormente a interpretação dos dados, fizemos a categorização dos erros dentro do MADE com o sentido adaptado, justificando o porquê de estar inserido em determinada categoria.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção foi dividida em duas partes: a primeira consiste na adaptação do sentido do modelo de análise didática dos erros (MADE), dando ênfase nas reações orgânicas. A segunda parte se refere à identificação e categorização dos erros dentro de cada dimensão.

Adaptação do sentido do MADE com ênfase nas reações orgânicas

Ao entendermos a aprendizagem como um processo em que o aprendiz se utiliza de inúmeras maneiras e diferentes mecanismos para aprender, devemos aceitar o erro como algo natural ao processo, tendo de ser considerado como uma forma construtiva do saber, como uma fonte de crescimento. Para isso, o conhecimento dos erros e de seus tipos facilita o diagnóstico e o tratamento dos mesmos, podendo fornecer aos aprendizes condições para superá-los.

A adaptação da teoria do Modelo de Análise Didática dos Erros se deu por não existir pesquisas diretamente relacionadas à “Jogo – Reações Orgânicas – Erro” na área, existindo, assim, uma lacuna.

Descrevemos, então, com algum detalhe as variantes dos erros no quadro 1, que ilustra os três momentos do processo: Entrada, Organização e Execução, dando ênfase às reações orgânicas, para que possa servir de guia tanto para a investigação como para sua análise e seu tratamento didático.

Quadro 1: Dimensões e categorias do MADE para as Reações Orgânicas

Adaptação do MADE - Dimensões e categorias – Reações Orgânicas		
I – ENTRADA	II - ORGANIZAÇÃO	III - EXECUÇÃO
Tem sua origem a partir da aproximação do sujeito em relação ao conteúdo, ou seja, como o conteúdo de reações de compostos aromáticos está entrando no campo de aprendizagem do aluno.	É um dos erros mais graves, pois entram em jogo os processos cognitivos do sujeito; Refere-se ao desenvolvimento da situação problema. O aluno entende o tipo de reação, mas erra na escolha procedimental.	Corresponde aos equívocos. Tem lugar quando os alunos arriscam caminhos novos, procedimentos não familiares, ignoram os mecanismos e age de maneira pouco reflexiva.
• Intenção – Ocorre quando o aluno não sabe do tipo de reação que se	Análise e Síntese - É necessário que o aluno estabeleça critérios	• Mecânico – Acontece, geralmente, em situação de precipitação. Trata de

trata, ou quando existe confusão para entender o que lhe é pedido e desvia-se da meta buscada. Ele pode até conseguir inteirar-se de elementos separados, mas não consegue tratar as informações de maneira adequada, causando um conflito de objetivos. • Percepção – Se trata de trabalhar a qualidade da informação a respeito das reações de compostos aromáticos. Ocorre quando o aluno não dá significância ao que dispõe, e acaba sendo levado ao erro por não analisar, suficientemente, os detalhes. Compreensão – Pode ser originado pela linguagem quando o aluno não apresenta domínio para fazer a leitura e não tem compreensão da linguagem do campo do conhecimento - as reações de compostos aromáticos (presença de luz, peróxido, agente redutor).	para isolar elementos e combiná-los de diferentes maneiras. O erro ocorre quando ele não consegue fazer uma análise avaliativa de diferenciação e escolha, ou quando ele fez uma opção errada nas etapas de um determinado procedimento. • Ordenação – Ocorre quando o aluno não considera, adequadamente, a informação que possui. As aplicações e escolhas equivocadas provêm, em muitos casos, pelo fato de não ter clareza e domínio completo do conteúdo de reações orgânicas. • Conexão – Ocorre quando o aluno não consegue transferir estratégias conhecidas para situações atuais. Ele não obtém a resposta esperada porque se prende a um padrão, acreditando que existe uma regra definida para todos os casos e, por não compreender situações anteriores, acaba equivocando-se.	pequenos detalhes como um equívoco na representação de determinada estrutura orgânica. • Operacional – Ocorre ao executar um procedimento, principalmente quando existe muita semelhança entre os elementos que devem ser ordenados ou produtos formados. • Estratégico – Ocorre quando o aluno não segue corretamente a ordem das etapas reacionais e acaba se equivocando na construção da resposta esperada. Esse é o tipo de erro que acontece quando o aluno se sente muito seguro e arrisca fazer o procedimento direto sem observar todos os passos.
--	---	--

Fonte: a autora (2016)

A diferenciação que foi feita do erro nos dá oportunidade para profundas reflexões sobre o modo e o uso que fazemos de tais falhas.

Identificação e categorização de erros verificados no jogo das reações orgânicas

Nessa etapa, identificamos os erros cometidos pelos alunos no decorrer das rodadas e, em seguida, fizemos a categorização dos mesmos tendo como base o modelo de análise didática do erro, adaptado para análise de reações orgânicas.

Escolhemos, de maneira aleatória, apenas um grupo para fazer a análise mais aprofundada, e identificamos como grupo verde (GV). Dessa forma, consideramos apenas os erros cometidos por esse grupo, ou erros do(s) grupo(s) ao lado [amarelo (GA) à esquerda e branco (GB) à direita], visto

que tinha uma relação direta com ele, devido à dinâmica do próprio jogo (que foi explicada na seção de metodologia).

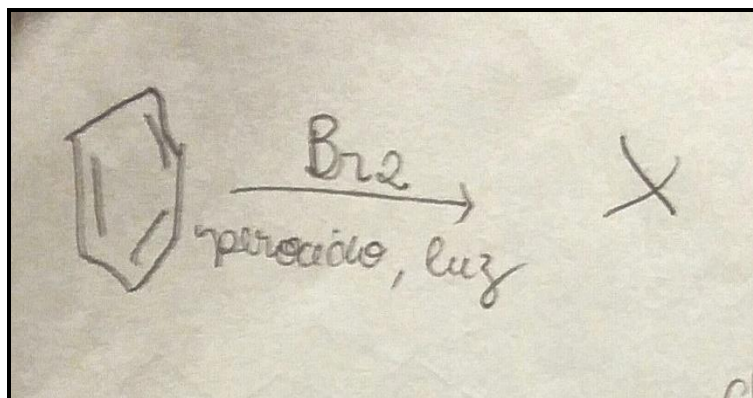
Outro ponto que levantamos foi que o jogo das reações orgânicas, intencionalmente, trabalha os aspectos de mediação no decorrer de todas as rodadas, seja ela nos grupos, entre os grupos e/ou como o professor. Com isso, verificamos que forma trabalhadas estratégias de superação dos erros dentro do próprio espaço de jogo, potencializado pelo processo de recursividade, além da abordagem metodológica realizada em cada caso específico, pois, por serem erros diferentes, couberam intervenções pedagógicas diferenciadas.

Erros de Entrada

Nessa dimensão, foram identificados erros no plano da intenção e de compreensão.

Para a aprendizagem, os erros de intenção são bem perigosos, pois o aluno não consegue compreender o que se pede, seja por indefinição de metas ou falta de clareza, por incompreensão ou confusão de objetivos e, até mesmo, pelo conflito de objetivos e desvia-se da meta buscada. A figura 3 mostra um exemplo desse tipo de erro.

Figura 3 - Condição reacional apresentada pelo grupo verde



Fonte: a autora (2016)

A partir desse exemplo, percebemos que os alunos não conseguem ter clareza da condição reacional escolhida, pois a mesma não irá reagir com um substrato que não apresenta radical.

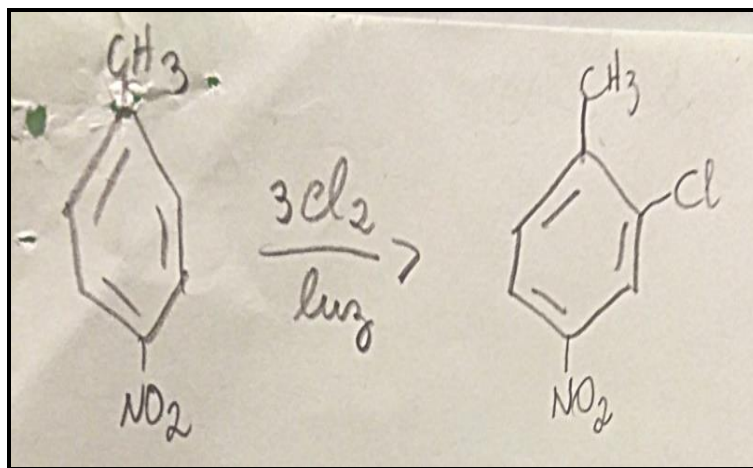
A socialização do motivo do erro foi feita pelo grupo amarelo e complementada pelo professor, no entanto, para erros nesse plano o jogo não é o espaço mais adequado, pois na intervenção necessita-se ensinar conceitos, itens por itens, buscando dar sentido a cada reação, visto que é necessária a ancoragem de novos conhecimentos.

Cabe destacar que o professor esteve atuando nas discussões sempre que necessário. Com base na PHC o professor é figura essencial do saber por representar um elo intermediário entre o aluno e o conhecimento disponível no ambiente.

Quanto ao erro no plano da compreensão, uma alta ocorrência tem raiz em limitações ou deficiências na compreensão e domínio da linguagem

do campo específico do conhecimento, isto é, existe uma insuficiente informação de entrada. A figura 4 traz um exemplo que se enquadra nessa categoria.

Figura 4 - Resposta do produto apresentado pelo GV (Errada)



Fonte: a autora (2016)

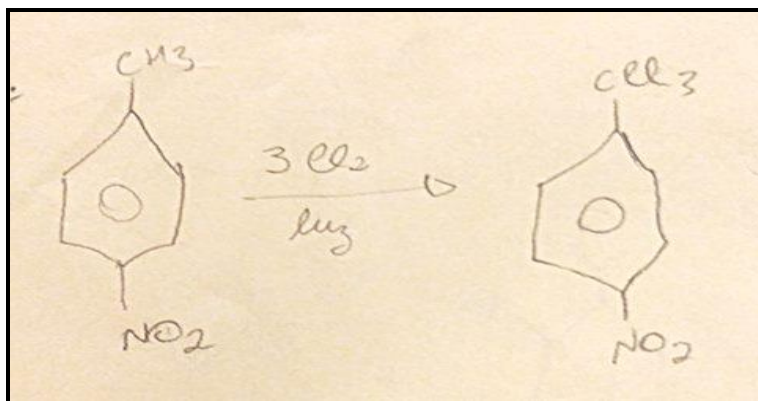
Quando halogenamos um anel aromático que possui radical alquila (cadeia lateral), podemos conseguir dois produtos diferentes, dependendo das condições em que a reação é realizada.

O erro, neste caso, ocorre quando os alunos do grupo verde, na cloração do *p*-Nitrotolueno, fazem a substituição no anel, no entanto, isso ocorreria se a reação acontecesse em presença de um ácido de Lewis, no escuro e a frio.

Este erro denota falta de compreensão do GV das condições reacionais apresentadas no desafio, levando-os a um raciocínio equivocado.

Notamos a resposta correta na figura 5, na qual o grupo amarelo considera a presença de luz (linguagem/signo) e realiza a substituição na cadeia lateral.

Figura 5 - Resposta apresentada pelo GA (Correta)



Fonte: a autora (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.

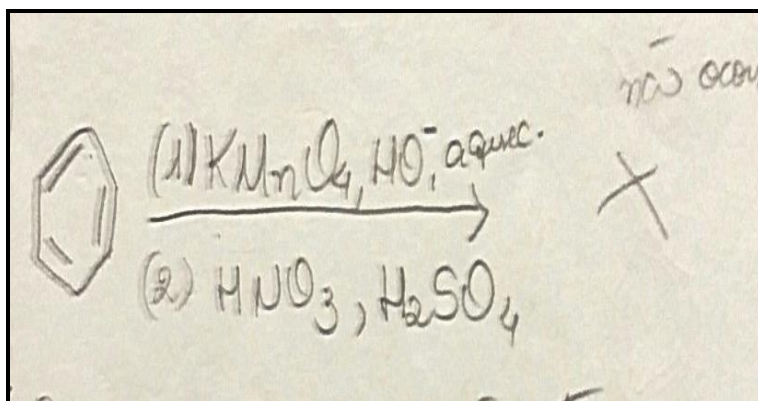
Cabe destacar que a linguagem é um processo funcional e tem relação direta com o pensamento (MESSEDER NETO, 2016). Assim, quando os alunos começam a utilizá-la, seja para resolver problemas práticos, ou nas discussões destes tendem a influenciar diretamente o pensamento.

Erros de Organização

Na segunda dimensão, observamos erros nas três categorias: Análise e síntese, ordenação e conexão. Como citado na adaptação no sentido do MADE, é dentro dessa dimensão que entra em jogo os processos cognitivos do sujeito. Ou seja, como cada aluno organiza os elementos que dispõe para resolver um desafio.

Destacamos o erro no plano de análise e síntese, que se deu quando os alunos não identificam as características relevantes da questão e não tinham claros os passos a seguir. A figura 6 expressa um exemplo desse tipo de erro.

Figura 6 - Resposta apresentada pelo GV (Errada)



Fonte: a autora (2016)

Nesse caso, os alunos não conseguiram analisar a informação que já possuíam e desviaram-se da meta buscada, pois escolheram uma condição reacional que não se aplica ao determinado substrato (benzeno). Esse exemplo foi enquadrado nessa categoria porque no ato da socialização do erro, eles se dão conta de onde erraram, podendo ser percebido através da fala de um integrante do grupo verde, *"eita... tá errado mesmo porque não tem nenhum 'radical' no benzeno, aí não tem como acontecer a primeira etapa."* (Diário de campo, abril, 2016)

Alguns erros não podem ser categorizados somente com a observação, é necessário que haja a verbalização do aluno no momento da intervenção do colega e/ou professor, pois é imprescindível saber o que o levou a esse desvio de meta. A dinâmica de jogo, nesse sentido, é favorecida em detrimento a outras metodologias, visto que acontecimentos como este citado anteriormente, ocorrem de imediato e, assim, podemos entender os processos de aprendizagem. Esse fator social também remete a uma característica da PHC.

Erros de Execução

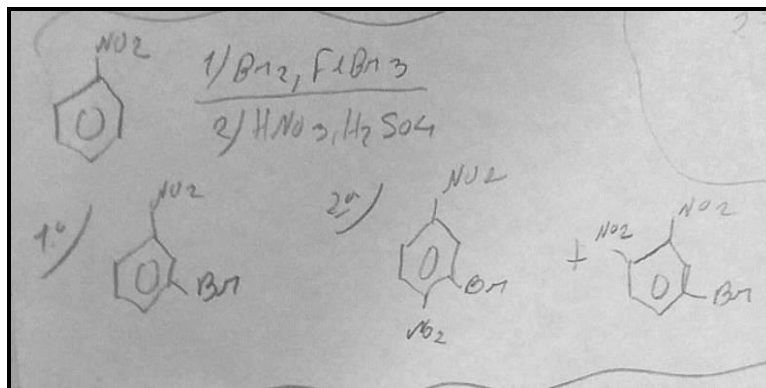
Nessa terceira dimensão, notamos que os erros ocorreram devido ao estilo impulsivo e pouco reflexivo dos alunos diante dos problemas propostos.

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.

Percebemos situações de erros mecânicos e operacionais dentro dessa dimensão.

Destacamos um exemplo de erro operacional. Percebemos a ocorrência desse tipo de erro quando os alunos do grupo amarelo executaram um procedimento (conforme mostra a figura 7) e, por existir muita semelhança entre os elementos (os produtos que irião se formar) ou por distração, eles foram levados ao erro.

Figura 7 - Resposta do produto apresentado pelo GA (Errada)

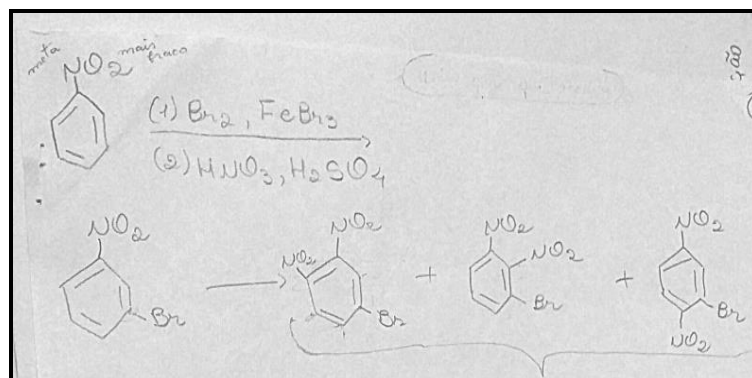


Fonte: a autora (2016)

A primeira etapa da reação tratava de uma bromação e, como já tinha um grupo NO_2 ligado ao benzeno, deveria também considerar o efeito de substituição eletrofílica. Até então, foi realizada de maneira correta, já na segunda etapa, o erro foi ocasionado por não considerar todas as possibilidades de produtos formados.

O grupo verde mostra a resposta correta, que pode ser vista na figura 8, e explica que, mesmo o grupo NO_2 estando duas vezes na posição orto, em relação ao Br , são produtos diferentes, logo deve ser considerado os dois casos.

Figura 8 - Resposta apresentada pelo GV com todas as possibilidades de produtos formados



Fonte: a autora (2016)

Observamos que, no decorrer das rodadas, os erros cometidos começam a ser revisitados, discutidos, compreendidos e superados. Podemos, então, verificar, a partir dessas situações, que existe aprendizado a partir da reflexão propiciada no ato do erro.

A reelaboração do conhecimento, como efeito potencializado pelo processo de recursividade que é favorecido no jogo didático, pode ser notada a partir da observação de acerto em exemplos que envolvam raciocínio/estratégia semelhantes. O erro, nesse aspecto, adquire o caráter de autorregulador da aprendizagem, porque o próprio aluno consegue dentro desse ambiente reconstruir e ressignificar a sua compreensão a partir dos seus erros e dos erros dos colegas, mediados pela discussão em seu próprio grupo, pela refutação justificada dos grupos competidores e pela intermediação do professor.

Assim, o erro não deve ser fonte de castigo, pois é um suporte para a autocompreensão, seja pela busca individual (na medida em que existe a pergunta como e por que errei), seja pela busca participativa (na medida

em que um outro - no caso demais alunos e/ou o professor - discute, apontando-lhe os desvios cometidos em relação ao padrão estabelecido como correto).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adaptação do modelo de análise didática dos erros (MADE), dentro do contexto das reações orgânicas, se mostrou importante no sentido de facilitar a categorização dos erros dos alunos, independentemente do tipo de reação presente nos desafios vivenciados no jogo e, assim, melhor acompanhar a evolução das elaborações e superação das dificuldades apresentadas nas rodadas iniciais.

Notamos 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.

REFERÊNCIAS

ANJOS, J. A. L.; GUIMARÃES, R. L. Elaboração e validação do jogo do palito no ensino de nomenclatura de compostos orgânicos. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, Foz do Iguaçu, v. 01, n. 01, p. 163-174, jan./jul. 2017.

Bertoni, N. (2000). O erro como estratégia didática: Estudo do erro no ensino da matemática elementar. Campinas: Papirus.

Brougère, G. (1998). Jogo e educação. Porto Alegre: Editora Artmed.

Campos, L. M. L.; Bortoloto, T. M. e Felicio, A. K. C.(2003). 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.

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

Fonseca, L. M. M. e Scochi, C.G.S. (1999). Utilizando a criatividade na educação em saúde em alojamento conjunto neonatal: opinião de puérperas sobre o uso de um jogo educativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENFERMAGEM. Resumos dos trabalhos de tema livre. Florianópolis.

Grando, R. C. (2001). O jogo na educação: aspectos didático-metodológicos do jogo na educação matemática. Unicamp.

Hoffmann, J. (2002). Grandes pensadores em educação: o desafio da aprendizagem, da formação moral e da avaliação. 2.ed. Porto Alegre: Mediação.

Luckesi, C.C. (1990). 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, v. 8, p. 133-140.

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

Miranda, D. G. P. e Costa, N. S. (2007). Professor de Química: Formação, competências/ habilidades e posturas. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/eduquim/formdoc.html>> Acesso em: 30 de outubro de 2017.

MESSEDER NETO, H. S. O Lúdico no Ensino de Química na Perspectiva Histórico-Cultural: além do espetáculo, além da aparência. Curitiba: Prismas, 2016.

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. Abordagem Contextual Lúdica e o Ensino e Aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico: O que há atrás dessa cortina?. Revista Eletrônica Ludus Scientiae, Foz do Iguaçu, v. 01, n. 01, p. 142-162, jan./jul. 2017.

Moreira, M. A. (2010). Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Oliveira, C. L. (2009). Um apanhado teórico conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. Revista Travessias.

Pereira, C. L. N. e Silva, R. R. (2008). A Química Orgânica nos Livros do PNLEM/2008: Um olhar sobre a História da Ciência e a Experimentação. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), Curitiba/PR.

Roque, N. F. e Silva, J. L. P. B. (2008). A Linguagem e o ensino da química orgânica. Química Nova, n. 4, p. 921-923.

Silva, T. M. F. e mesquita, N. A. S. (2013). Formação continuada de professores de ciências na educação a distância: instrumentação por meio lúdico. In: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. Águas de Lindóia, SP.

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