

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO

VIVIAN MARINA BARBOSA

**O JOGO DIDÁTICO *ISOGAMES* NO ESTUDO DA ISOMERIA
EM COMPOSTOS ORGÂNICOS: indícios de aprendizagem**

SÃO CARLOS -SP
2020

VIVIAN MARINA BARBOSA

**O JOGO DIDÁTICO *ISOGAMES* NO ESTUDO DA ISOMERIA
EM COMPOSTOS ORGÂNICOS: indícios de aprendizagem**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação ao Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos para obtenção do título de mestre em Educação.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Dulcimeire Aparecida Volante Zanon.

São Carlos-SP
2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Vivian Marina Barbosa Ramires, realizada em 28/07/2020.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Dulcimeire Aparecida Volante Zanon (UFSCar)

Profa. Dra. Maria do Carmo de Sousa (UFSCar)

Profa. Dra. Claudia Amoroso Bortolato (UNICAMP)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação.

Dedico este trabalho aos meus filhos,
Vinícius e Heloíse, que são fontes
das minhas inspirações
e o motivo para que eu
queira continuar lutando.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por toda força e amor, pois em muitos momentos pensei que não conseguiria, mas Ele permitiu que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais, Vanderlei e Valdeci Ap^a por serem meu alicerce e, se hoje sou o que sou, devo isso a eles.

Aos meus filhos por me mostrar o verdadeiro significado da palavra Amor.

As minhas amigas que pra mim são como irmãs: Luciana e Andreia, agradeço por todo o carinho e por ficarem ao meu lado sempre. E a uma ex aluna que também se tornou uma amiga Eudyanne. E uma amiga de trabalho Mariana Sato por me incentivar a fazer o mestrado.

Aos meus alunos da Etec por me proporcionarem momentos lindos e, em especial, a turma (T3) do Etim de Química por colaborarem com a minha pesquisa e se dedicarem tanto para a execução do mesmo. Amo vocês.

À direção, coordenação e professores da Etec por todo apoio. Também a toda gestão da escola Attilio Dextro que me deram grande incentivo para iniciar esse projeto.

Às professoras da banca, Claudia Bortolato e Maria do Carmo de Sousa, pela imensa contribuição.

E não poderia deixar de agradecer ao presente que Deus me deu, a minha orientadora Dulcimeire Ap. Volante Zanon, que foi mais que uma orientadora, foi um anjo que com toda a sua paciência e sabedoria me ajudou a chegar aqui. Minha eterna gratidão.

Não podemos esperar construir um mundo melhor sem melhorar os indivíduos.

Marie Curie.

RESUMO

Historicamente, a abordagem tradicional dos conteúdos vem sendo criticada por sua limitação no que diz respeito ao conhecimento científico. Nessa concepção, a Ciência é descontextualizada e acrítica. Por isso, o processo de ensino e aprendizagem pouco contribui para gerar interesse e motivação nos estudantes. Nesse sentido, a presente pesquisa teve por objetivo identificar os indícios de aprendizagem sobre a isomeria em compostos orgânicos, a partir da execução do jogo didático *ISOGAMES*, fundamentado na resolução de problemas e na interdisciplinaridade. O interesse pelo estudo do tema surgiu a partir da análise da própria prática pela professora, pois, diversas vezes, os estudantes apresentaram dificuldade de entender conceitos relacionados à isomeria. Dessa forma, esta pesquisa foi balizada com a seguinte questão: Quais indícios de aprendizagem, sobre a isomeria em compostos orgânicos, podem ser identificados, por meio da execução do jogo didático *ISOGAMES*, fundamentado na resolução de problemas e na interdisciplinaridade? Para tanto, a pesquisa do tipo qualitativa, envolveu a participação de quarenta estudantes do segundo ano do curso de Química integrado ao ensino médio, em uma das Escolas Técnicas (ETECs) do interior do Estado de São Paulo. Utilizamos como instrumentos para obtenção e análise dos dados o próprio jogo; os Mapas Conceituais (MCs) sobre as temáticas adrenalina, aspartame, gordura trans e vitamina C; as falas dos participantes e as respostas das questões-problema. Para identificarmos os indícios de aprendizagem, analisamos os MCs construídos pelos participantes e, a partir do mesmo recurso, criamos MCs para cada uma das temáticas. Identificamos três categorias, a saber: desenvolvimento da criticidade; entendimento conceitual disciplinar (isomeria; enantiômeros) e, por fim, construção de significados interdisciplinares e contextuais sobre a isomeria em compostos orgânicos. Os resultados indicaram que o jogo didático *ISOGAMES* revelou contribuição e potencial para a aprendizagem de conceitos sobre a isomeria em compostos orgânicos, já que foi concebido a partir de uma perspectiva interdisciplinar e investigativa. Por ser um produto educacional decorrente desta Dissertação, este jogo reflete a relação teoria e prática e a quebra das fronteiras disciplinares.

Palavras-chave: Jogo didático. Indícios de aprendizagem. Isomeria.

ABSTRACT

Historically, the traditional approach about contents has been criticized for its limitations regarding to the scientific knowledge. In this conception, Science is decontextualized and uncritical. Therefore, the teaching and learning contribute just a little to keep the interest and motivation in students. In this sense, this research aimed to identify the evidence of learning about isomerism in organic compounds, based on the execution of the educational game called ISOGAMES, based on problem solving and interdisciplinarity. The interest in the study of the theme arose from the analysis of my own practice, because, several times, the students had difficulty understanding concepts related to isomerism. Thus, this research was guided by the following question: Which evidences of learning, about isomerism in organic compounds, can be identified, through the execution of the educational game ISOGAMES, based on problem solving and interdisciplinarity? To get to this, the qualitative research involved the participation of forty sophomore high students of the full time Chemistry course, in one of the Technical Schools (ETECs) in the state's countryside of São Paulo. The game itself was used for obtaining and analyzing the data themselves; it was used Concept Maps (MCs) to the themes like adrenaline, aspartame, trans fat and vitamin C; the speeches of the involved ones and the answers to the problem questions. To identify the evidence of learning were analyzed the MCs built by the participants and, using the same resource were created MCs for each of the themes. It was identified three categories, namely: development of criticality; disciplinary conceptual understanding (isomerism; enantiomers) and, finally, construction of interdisciplinary and contextual meanings about isomerism in organic compounds. The results indicated that the educational game ISOGAMES revealed contribution and potential for learning concepts about isomerism in organic compounds, since it was conceived from an interdisciplinary and investigative perspective. As an educational product resulting from this Dissertation, this game reflects the relationship between theory and practice and the breaking of disciplinary boundaries.

Keywords: Educational game. Evidence of learning. Isomerism.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. Relação entre causas e soluções do problema da cidade

67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Reação de aquecimento do cianato de amônio	27
FIGURA 2. Organograma de isomeria	27
FIGURA 3. Diferença dos grupos funcionais dos compostos éter e álcool	28
FIGURA 4. Diferença de cadeia apresentada pelos compostos butano e metilpropano	28
FIGURA 5. Identificação de insaturações nos compostos pent-1-eno e pent-2-eno	29
FIGURA 6. Isomeria de compensação apresentada pelo metóxipropano e o etóxietano respectivamente	29
FIGURA 7. Exemplo de tautomeria com aldeído e enol	29
FIGURA 8. Exemplificação de molécula com compostos diferentes que podem formar estruturas cis-trans	30
FIGURA 9. Demonstração de uma molécula cis (1,2-dicloroeteno)	30
FIGURA 10. Demonstração de uma molécula trans (1,2-dicloroeteno)	30
FIGURA 11. Isomeria cis-trans no composto tran-1,2-diclorocicloropropano	31
FIGURA 12. Demonstração de isomeria ótica no ácido láctico	31
FIGURA 13. Representação da molécula de adrenalina	32
FIGURA 14. Representação das moléculas de aspartame: sabores doce e amargo	33
FIGURA 15. Representação molecular dos ácidos: oleico, elaidico e esteárico	34
FIGURA 16. Representação do ácido ascórbico	34
FIGURA 17. Os jogos educativos e seu uso em sala de aula	36
FIGURA 18. O jogo didático e os aspectos lúdico e educativo	36
FIGURA 19. Mapa conceitual com os cinco elementos de Novak	39
FIGURA 20. Esquema de um mapa conceitual	40
FIGURA 21. MC tipo teia de aranha	40
FIGURA 22. MC do tipo fluxograma	41
FIGURA 23. MC do tipo sistema de entrada e saída	42
FIGURA 24. MC do tipo hierárquico	43
FIGURA 25. Tabuleiro do jogo <i>ISOGAMES</i> e suas cartas	47
FIGURA 26. Representação do conjunto de cartas - Aspartame	47
FIGURA 27. Representação da 2ª carta do jogo – Vitamina C	48
FIGURA 28. Representação da constituição do jogo e dos resultados obtidos	50
FIGURA 29. Tabuleiro com as respostas do jogo - grupo B	52
FIGURA 30. Análise dos MCs e os indícios de aprendizagem referentes à gordura trans	54
FIGURA 31. Representação da isomeria geométrica da gordura trans	55
FIGURA 32. Análise dos MCs e os indícios de aprendizagem referentes à adrenalina	56
FIGURA 33. Representação da isomeria geométrica da adrenalina	56
FIGURA 34. Análise dos MCs e os indícios de aprendizagem referentes ao aspartame	57
FIGURA 35. Representação da isomeria óptica do aspartame	58
FIGURA 36. Análise dos MCs e os indícios de aprendizagem referentes à vitamina C	59
FIGURA 37. Representação da isomeria óptica da vitamina C	60
FIGURA 38. Mapa Conceitual final	61

FIGURA 39. Estudantes investigando com uso dos celulares	63
FIGURA 40. Resposta dos estudantes para a questão-problema 1	65
FIGURA 41. Resposta dos estudantes para a questão-problema 2: causas e solução do problema da cidade	66

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
1. INTRODUÇÃO	16
2. O ENSINO DE QUÍMICA	20
2.1 A história da Química no mundo	20
2.2 A história da Química e seu ensino no Brasil	23
2.2.1 O estudo da isomeria em compostos orgânicos no Ensino Médio	26
3. O JOGO COMO RECURSO DIDÁTICO NO AMBIENTE ESCOLAR E NO ENSINO DE QUÍMICA	35
4. MAPAS CONCEITUAIS E A ESTRUTURAÇÃO DO CONHECIMENTO	39
5. O MÉTODO DA PESQUISA	45
5.1 A escola e os participantes	45
5.2 A construção do jogo <i>ISOGAMES</i> de acordo com seus fundamentos e regras	46
5.3 Instrumentos para a construção e a análise dos resultados	49
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
6.1 Gorduras Trans	54
6.2 Adrenalina	55
6.3 Aspartame	57
6.4 Vitamina C	59
6.5 O Mapa Conceitual final	60
6.6 Índícios de aprendizagem revelados nas falas e nas questões-problemas	62
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
Apêndice 1 - Mapas Conceituais - grupo B	74

APRESENTAÇÃO

Começarei esse trabalho narrando, brevemente, o meu percurso profissional e como me inseri no Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação da Universidade Federal de São Carlos (PPGPE UFSCar).

Sou professora de Química na rede estadual de ensino há 17 anos e em uma das Escolas Técnicas (ETECs) do interior do Estado de São Paulo, há 7 anos.

Durante a minha jornada no Ensino Médio, a paixão pela Química começou a aflorar. Sempre me identifiquei com a área de exatas, mas foi especificamente a Química que conseguiu me conquistar.

Quando ainda estava cursando o segundo ano do Ensino Médio, um professor de Química, bem jovem, mostrou caminhos curiosos, como por exemplo, a existência de relação entre os fenômenos científicos com o cotidiano. No final de 1999, quando estava no terceiro ano, prestei vestibular para o curso de Licenciatura em Química em duas universidades, mas optei por livre e espontânea pressão de minha mãe pela UNIMEP (Universidade Metodista de Piracicaba), por estar localizada bem mais próxima de nossa residência. Nesta universidade, tive a certeza que a área da Química era a minha escolha certa, mas confesso que, para a licenciatura, não tinha toda essa clareza em meus planos profissionais. Por isso, fui estagiar na área industrial por 6 meses no departamento de água e esgoto (DAE) da cidade onde moro e aprendi muito sobre a parte técnica. Entretanto, ficava a maior parte do tempo em um laboratório, sozinha, e fazia praticamente sempre as mesmas análises. Resumindo, não me sentia realizada com este trabalho.

Em 2003, no último ano do curso de Licenciatura em Química, realizei a disciplina de Estágio Curricular Supervisionado em escolas da rede estadual de ensino. Naquele momento, o medo se instalou em mim, pois como sempre fui aluna de escola pública, sabia muito bem o que me esperava. Assisti a muitas aulas e comecei a preparar a minha aula também. Foi a partir desse momento que, como dizia meu professor de Estágio, algumas pessoas são “picadas pelo bichinho da educação” e isso, realmente, aconteceu comigo.

A minha primeira aula foi sobre o sistema circulatório, mais especificamente, com o tema sangue. Estudei por dias para que a aula ocorresse conforme planejado. E, foi apaixonante. Poder experienciar a aprendizagem de um estudante a partir de uma ação, enquanto professora, foi incrível. A partir de então, resolvi que a carreira a qual eu deveria seguir era a de professora.

Ainda no último ano do curso, decidi que iria começar a lecionar. Assim, fui na

Diretoria de Ensino da minha região (Americana/SP) para fazer o cadastro como professora eventual. Para minha surpresa, consegui aulas livres em duas salas do EJA (Educação para jovens e adultos). Não poderia ter começado a minha carreira de forma melhor. Eram turmas heterogêneas em idade e conhecimento; a maioria trabalhava durante o dia. Com estas turmas, aprendi o quão importante é o papel do professor na sociedade e, principalmente, na vida de cada estudante. Entendi que uma educação pública de qualidade é o que pode realmente mudar a vida de uma pessoa, pois estudar nos dá esperança pra termos uma sociedade mais igualitária.

Obviamente, o caminho percorrido pelo professor nem sempre é florido. Já saí algumas vezes da sala de aula pra não discutir com o estudante e não perder a razão; outras vezes, saí chorando, com raiva e tristeza ao mesmo tempo; preparei aulas e não consegui executar as atividades devido à indisciplina e desinteresse dos estudantes; outras vezes, não tive apoio da gestão para desenvolver aulas mais dinâmicas em espaços não-formais e nem tive materiais para determinadas aulas.

No final de 2011, foi aberto um Edital de concurso público para atuação numa Escola Técnica no interior do estado de São Paulo junto a um curso técnico, novo, em Química. Dentre as etapas de avaliação, uma delas era a apresentação de uma aula para uma banca de professores. Como surpresa e desespero, o meu professor de Química do ensino médio era um dos avaliadores. Prestei o concurso e consegui ser aprovada na disciplina de Química Orgânica. Então, no ano de 2012, comecei a lecionar na ETEC, onde minha realização profissional só veio a aumentar. Tive muitos desafios, mas hoje posso dizer, sem dúvidas, que é o melhor lugar para se trabalhar.

No currículo do terceiro ano do ETIM de Química (Ensino Técnico de Química integrado ao Ensino Médio) há uma disciplina chamada PTCC (Planejamento e desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso) no qual os alunos desenvolvem projetos científicos e, no final do curso, apresentam e defendem seu trabalho para uma banca avaliadora. Como professora dessa disciplina, comecei a entender a complexidade de “fazer ciência”. Ao mesmo tempo, o quanto difícil e gratificante é estudar e desenvolver projetos numa instituição pública: a escola.

Ainda com tantas dificuldades, mas com muito aprendizado, surgiu uma oportunidade de participar de uma feira científica “Mostra científica 3M” no ano de 2014, pois até então, todos os excelentes trabalhos desenvolvidos eram expostos, apenas, para os estudantes da escola. Fomos selecionados para participar desta, porém sem premiação. Mas, a partir dessa oportunidade, a escola, os estudantes e principalmente eu, sentimo-nos impulsionados a

continuar e a disseminar os projetos científicos desenvolvidos nessa instituição.

Atualmente, a escola participa de várias feiras científicas inclusive em outros estados, como Santa Catarina e Ceará, com recebimento de várias premiações. Foi devido ao meu envolvimento com projetos científicos que senti a necessidade de continuar os meus estudos para além da formação inicial.

Em 2017, participei de uma capacitação pela escola estadual onde leciono, na Diretoria de Ensino, sobre o uso de jogos no ensino de Química. Estavam presentes todos os professores de Química da região (Americana, Santa Bárbara Doeste e Nova Odessa). Nessa reunião, o PCNP (Professor Coordenador do Núcleo Pedagógico) iniciou com a seguinte questão: “Quantos professores aqui presentes já utilizaram os jogos como auxílio no ensino de química?” Para meu espanto, apenas dois professores afirmaram que sim. Em seguida, foram questionados sobre qual(is) tipo(s) de jogo(s) utilizaram. Ambos responderam que já fizeram uso do jogo de bingo para ensinar a Tabela Periódica. Nesse momento, refleti sobre os motivos pelos quais eu nunca havia feito uso de jogos educativos para auxiliar os meus alunos na aprendizagem. Ao longo de toda capacitação, prestei muita atenção, tirei dúvidas e conversei com outros professores sobre as possíveis dificuldades que podemos nos deparar ao executar um jogo didático para alunos do Ensino Médio. Saí daquela capacitação com um propósito: tornar concreta a ideia de realizar algum tipo de jogo junto aos meus alunos e buscar novas perspectivas de ensino.

Assim, em 2018, ingressei no Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação (PPGPE/UFSCar) com o intuito de refletir sobre as minhas práticas pedagógicas incluindo os jogos em sala de aula e buscar um melhor embasamento teórico e metodológico para o ensino de Química Orgânica, dada a dificuldade de aprendizagem, manifestada pelos estudantes, e percebida por mim, ao longo de minha trajetória docente.

1 INTRODUÇÃO

A escolha da temática deste projeto se deu a partir de três fatores que acredito serem primordiais para este estudo. O primeiro é referente à minha vivência profissional em sala de aula, pois detectei que alguns conteúdos em Química, mais especificamente sobre a área de Orgânica, apresentam uma maior dificuldade de entendimento conceitual por parte dos alunos. O segundo é relativo a minha concepção de ensino. Contradizendo a abordagem tradicional que fragmenta os conteúdos e induz os estudantes a memorizar informações, acredito que o ensino direcionado aos adolescentes precisa ser mais investigativo e atrativo. E por último, de acordo com o tema estudado (isomeria em compostos orgânicos), realizei uma prospecção no qual pude identificar, na literatura, metodologias que podem auxiliar a aprendizagem, como por exemplo, a contextualização do ensino com problemas reais e a inter-relação dos conceitos científicos, tecnológicos e sociais que podem favorecer a criticidade e a argumentação.

O ensino de Química, muitas vezes, tem como foco os aspectos teóricos, o estudo de fórmulas, equações, cálculos e nomenclaturas, com pouca ou nenhuma associação com a contextualização dos conteúdos. Mais especificamente, em Química Orgânica, o processo de ensino e aprendizagem é mecanizado, repleto de repetições e memorizações, devido ao estudo dos grupos funcionais e nomenclaturas. Por isso, os estudantes precisam imaginar moléculas, num plano espacial, para que compreendam os compostos isoméricos.

Nesse sentido, os estudantes não se sentem motivados e interessados para aprender essa Ciência. Cabe, então, aos docentes da área favorecer a aproximação da Química aos fenômenos presentes em nosso contexto, como por exemplo, em substâncias naturais, no ar, na água, em substâncias artificiais (medicamentos e polímeros) que são utilizados pela sociedade moderna. Pode-se dizer que “o que nos mantém vivos é o conjunto de substâncias químicas que constituem os alimentos que consumimos diariamente [...] sejam eles obtidos diretamente da natureza ou não” (MORTIMER; MACHADO, 2008, p.10).

Considerando esse cenário, algumas questões nos causam inquietações: se a Química está tão presente no cotidiano das pessoas por que essa relação não se faz presente em sala de aula? Por que os estudantes não conseguem relacionar o que aprendem na escola, em sala de aula, com os fatos que acontecem em sua rotina? Não pretendemos, neste texto, responder a esses questionamentos, mas entendemos que os mesmos podem ter sua origem em fatores como: o extenso conteúdo programático de Química, destinado ao Ensino Médio, para pouquíssimas (duas) aulas por semana; lacunas na formação inicial e continuada de

professores; ênfase nos aspectos conceituais em detrimento ao interdisciplinar; poucos materiais instrucionais de qualidade, dentre outros.

Dessa forma, torna-se cada vez mais importante a utilização de metodologias inovadoras e diferenciadas do ensino convencional, como o uso de jogos didáticos, que podem estimular a criação, o interesse e o desejo de aprender pelo estudante. Segundo Moratori (2003)

[...] o jogo pode ser considerado como um importante meio educacional, pois propicia um desenvolvimento integral e dinâmico nas áreas cognitiva, afetiva, linguística, social, moral e motora, além de contribuir para a construção da autonomia, criticidade, criatividade, responsabilidade e cooperação das crianças e adolescentes (MORATORI, 2003, p.9).

Os jogos sempre tiveram grande importância nas civilizações antigas. Entre os egípcios, romanos e maias, “o lúdico se destacava em importância, pois era através dos jogos que as gerações mais jovens aprendiam com os mais velhos os valores e conhecimento de sua cultura” (SOUZA, 1996, p.343). Nesta mesma perspectiva, Murcia (2005, p.9) afirma que

[...] o jogo é um fenômeno antropológico que se deve considerar no estudo do ser humano. É uma constante em todas as civilizações, esteve sempre unido à cultura dos povos, a sua história, ao mágico, ao sagrado, ao amor, a arte, a língua, a literatura, aos costumes, a guerra. O jogo serviu de vínculo entre povos, é facilitador da comunicação entre seres humanos.

Porém, ao longo do tempo, a educação foi recebendo interferência social e política e o processo de ensino e aprendizagem passou a ser realizado de forma conservadora. O reflexo desse conservadorismo está presente atualmente e, por isso, ainda nos questionamos: o jogo traz realmente aprendizado? Os estudantes, em sala de aula, não fazem muito barulho? Não dá muito trabalho? De acordo com Alves (2004)

[...] mesmo sabendo que o lúdico facilita a aprendizagem, as brincadeiras e o jogo na escola ainda são marginalizados, pois, apesar de serem reconhecidos “como meios de comunicação e expressão, é ainda bastante sutil a sua legitimidade enquanto elementos educativos dentro da escola, possivelmente, por obterem ainda uma conotação sem significado, voltados para a não seriedade” (ALVES, 2004, p. 2)

Segundo Kishimoto (2009, p.40) “o uso do brinquedo/jogo educativo com fins pedagógicos remete-nos para a relevância desse instrumento para situações de ensino-aprendizagem e de desenvolvimento”. Para os adolescentes e jovens, que são sociáveis, quando há a presença de jogos no ensino a aprendizagem, sua atuação se faz ativa e a

socialização entre os colegas torna-se efetiva. Por esses e outros motivos, o jogo pode ser utilizado como um recurso didático que necessita ser bem explorado pelo professor em sala de aula, podendo ser aplicado em várias situações, como “na apresentação de um conteúdo, ilustração de aspectos relevantes ao conteúdo, como revisão ou síntese de conceitos importantes e avaliação de conteúdos já desenvolvidos” (CUNHA, 2012, p. 95).

Embora nos últimos anos tenha aumentado o número de pesquisas referentes às atividades lúdicas no ensino de Química, a sua execução em sala de aula se faz bem mais modesta devido à aceitação de professores e gestores. Por isso, entendemos que os jogos têm como expectativa fomentar o estudante a sair da comodidade, da zona de conforto, pois é solicitado a ele assumir outra função: de espectador, como aquele que ouve e aceita toda a informação que lhe é transmitida, para tornar-se o protagonista de toda ação, participando da construção do seu próprio conhecimento. Dessa forma,

o jogo didático no Ensino Médio pode constituir-se em um importante recurso para o professor ao desenvolver a habilidade de resolução de problemas, favorecer a apropriação de conceitos e atender às características da adolescência (ZANON, GUERREIRO; OLIVEIRA, 2008, p. 74).

Diante deste contexto investigativo, o objetivo geral desta pesquisa consistiu em identificar os indícios de aprendizagem sobre a isomeria em compostos orgânicos, a partir da execução do jogo didático *ISOGAMES*, fundamentado na resolução de problemas e na interdisciplinaridade. Cabe destacar, de antemão, que este jogo foi criado pela pesquisadora e será detalhado na seção 5.2. Assim, foram estruturados os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o processo de execução do jogo didático *ISOGAMES* sobre a isomeria em compostos orgânicos e identificar possíveis estímulos promovidos nos estudantes como motivação, interesse, pró-atividade, dentre outros, pois entendemos que “sem motivação não há aprendizagem escolar” (POZO; CRESPO, 2009, p. 40);
- Identificar, por meio de mapas conceituais, correlações construídas pelos estudantes com o jogo didático *ISOGAMES* sobre a isomeria de compostos orgânicos.

Dessa forma, pretendemos responder a seguinte questão de pesquisa: Quais indícios de aprendizagem, sobre a isomeria em compostos orgânicos, podem ser identificados, por meio da execução do jogo didático *ISOGAMES*, fundamentado na resolução de problemas e na interdisciplinaridade?

Para atingir tais objetivos, este manuscrito está organizado da seguinte forma: na próxima e segunda seção, apresentaremos um breve relato sobre a Química no mundo e no

Brasil bem como seu ensino, com ênfase para a isomeria em compostos orgânicos.

Na terceira seção, destacaremos a importância do jogo como recurso didático no ambiente escolar e no ensino de Química. Já na quarta, daremos ênfase à discussão sobre Mapas Conceituais, suas definições e funcionalidades. A quinta seção, destinada à descrição do método de pesquisa, tratará dos principais fundamentos para a construção do jogo *ISOGAMES*, a apresentação da escola e dos participantes, os instrumentos para a construção e a análise dos resultados. A seção seguinte, sexta, retrataremos a análise e a discussão dos resultados a partir das categorias criadas. Por fim, nas considerações finais, destacaremos o alcance deste trabalho, no que diz respeito às contribuições teóricas e práticas.

2 O ENSINO DE QUÍMICA

Conforme descrito anteriormente, no ensino de Química, muitas vezes, prioriza-se a memorização de fórmulas, equações, cálculos e nomenclaturas o que pouco colabora para o entendimento dessa Ciência. De acordo com Aires (2006, p. 254) o ensino de Química no Ensino Médio “tem se caracterizado muito mais em instrumentalizá-lo para resolver problemas que “caem no vestibular”, do que propriamente em prepará-los para que tenham uma melhor compreensão do mundo em que vivem”. Assim, ao invés de ensinar a pensar é transmitido como um conjunto de normas e classificações que parecem sem sentido.

Dessa forma, fica esquecida a abordagem interdisciplinar tecnológica e sua relação com a produção de novos biocombustíveis, a fabricação de novos medicamentos, a praticidade de armazenamento dos produtos com a utilização dos polímeros, os diversos tipos de tecidos, desenvolvimentos na área de agricultura, entre outros. Novamente nos questionamos: por que, na prática de sala de aula, o ensino de Química continua a ser tão fragmentado e descontextualizado? Por que os estudantes não conseguem relacionar o que aprendem na escola com os fatos que lhe acontecem em sua rotina? De onde vem esse paradigma que a Química é uma disciplina complexa?

Para responder a estas questões, entendemos ser necessário uma análise histórica, ou seja, compreendermos o princípio do estudo da Química e sua participação na educação brasileira.

2.1 A história da Química no mundo

Os argumentos em que se basearão as discussões aqui descritas, baseiam-se nas descrições de Strathern (2002). Segundo este autor, a palavra “Química” tem sua origem em Alexandria, conhecida como um dos maiores centros do mundo da antiguidade na arte egípcia de embalsamento dos mortos. Ao longo do tempo a Química passou por diversas transformações, estudos, quebras de paradigmas e ideais até chegar à Química moderna atual.

Na era primitiva observava-se a queima de materiais pelo fogo, a transformação de carvões em cinzas. Por volta de 6.000 a.C. as grandes operações metalúrgicas tiveram seu início ocasionando a mistura de diversos metais e mudanças em suas propriedades físicas, como o brilho e/ou a durabilidade (ação que ocasionou na descoberta do bronze). Posteriormente em 4000 a.C., descobertas provenientes de transformações químicas ocorreram, como a da fermentação de sucos para a produção do vinho e o desenvolvimento na fermentação de grãos para a produção da cerveja.

Com o constante crescimento na área Química, seu encontro com a Filosofia foi inevitável. O surgimento da alquimia buscava racionalidade ao misticismo, na tentativa de explicar de maneira objetiva fenômenos que ocorriam, mas com forte influência de ideias místicas.

Os alquimistas eram homens com grandes habilidades técnicas metálicas e realizavam experimentos em laboratórios. Em meados de 500 a.C., começaram a repensar a constituição da matéria a partir de diversos experimentos. Assim, muitas técnicas de manipulação foram descobertas para a produção de certos materiais, mas ainda restava uma dúvida: o que é matéria? Posteriormente, foi respondida como sendo tudo o que possui massa e ocupa lugar no espaço, ou seja, “massa é uma grandeza física que mede quanto de matéria possui um corpo ou objeto” (REIS, 2001, apud STRATHERN, 2002, p. 11).

Leucipo e, posteriormente, seu discípulo Demócrito, chegaram à concepção de que tudo o que era conhecido como matéria, era na verdade a composição de átomos, ou parcelas indivisíveis que apresentam formas e tamanhos distintos, de acordo com cada elemento. Por terem formulado a primeira teoria atomística, Leucipo e Demócrito são considerados os primeiros expoentes da Química, enquanto ciência natural que investiga a composição elementar das coisas. Para ambos os filósofos, todas as variedades de matéria resultavam da combinação de átomos de quatro elementos: terra, ar, fogo e água. De acordo com Strathern (2002), Demócrito afirmou que

[...] há uma quantidade infinita de átomos, que existem no espaço em perpétuo movimento; há também inumeráveis tipos variados de átomos, que diferem em forma e tamanho, peso e calor. Toda mudança aparente no mundo, ele afirmou, deve-se a combinações e recombinações desses átomos imutáveis (STRATHERN, 2002, p.21).

Tales de Mileto, por exemplo, acreditava que o mundo havia se originado da água e, portanto, esta era o elemento fundamental do qual derivavam todas as coisas. Já Empédocles, se firmava na crença de que, a partir da união e separação desses elementos, todas as coisas surgiam, que a transformação, geração e corrupção das coisas, surgimento e desaparecimento delas era fruto da mistura desses elementos distribuídos em várias proporções. Para este último filósofo, a “Teoria dos Quatro Elementos”, se dava por meio da mistura deles, fundamentado nos princípios universais opostos: o amor (philia), que leva a harmonização; e o ódio (nekos), associado com a separação.

Em seus primórdios a filosofia abrangia a ciência – o que veio a ser conhecido como filosofia natural. O pensamento de Tales era científico porque era capaz de fornecer fatos em favor de suas conclusões. E era filosofia porque usava a razão para chegar a essas conclusões (STRATHERN, 2002, p.17).

Posteriormente, na busca por explicações sobre a composição da matéria, alquimistas árabes apresentaram uma nova teoria que adicionava dois princípios à Teoria dos Quatros Elementos: o mercúrio e o enxofre. Logo após, um terceiro princípio foi adicionado, o sal. Deste modo, a Teoria dos Quatros Elementos, recebeu o mercúrio que seria o responsável pela fluidez de um material e pelo seu brilho metálico; o enxofre pela sua combustibilidade e o sal pela estabilidade do composto.

Por volta de 1500, a preocupação por curas de doenças acarretou um grande avanço na alquimia e o surgimento da iatroquímica (ramo antecessor à Química médica atual). Acreditando-se que o homem era feito de sal, enxofre e mercúrio (nova Teoria dos Quatro Elementos), os alquimistas alegavam que a separação ou falta dessas substâncias poderiam ser a causa das doenças.

O alquimista e médico suíço Theophrastus Bombastus Von Hohenheim foi um dos pioneiros a utilizar remédios a base de ópio e de inorgânicos, como ferro, enxofre, mercúrio, entre outros. Atualmente, em muitas receitas farmacêuticas, ainda são utilizadas substâncias que se dessa época, porém com as quantidades mais precisas em relação àquela época (VANIN, 1995, apud STRATHERN, 2002).

Já no século XVIII, grandes mudanças ocorreram na área experimental. Passaram a ser realizados ensaios em via úmida que permitiam variação e reprodutibilidade de muitos experimentos, até então não realizados. Esta nova técnica permitiu isolamento de gases como oxigênio e nitrogênio, de elementos como zinco e cobalto e rompimento de paradigmas.

A publicação do *Traité Elementair de Chimie* (Tratado Elementar de Química) de Antoine Laurent Lavoisier, em 1789, revolucionou a ciência da época e deu origem à moderna. Sua importância reside na ciência experimental investigativa. Muitos conceitos e técnicas são utilizadas atualmente, sendo consideradas cruciais para o desenvolvimento da Química. A partir deste momento histórico, obteve-se o conhecimento de que o oxigênio do ar seria o responsável pela combustão e que a Lei de Conservação das Massas existia, o que serviu como base para muitas leis posteriores não apenas na área de Química, mas no mundo da ciência por completo.

As grandes descobertas eram realizadas por cientistas formados em cursos na área de

Filosofias Naturais. Louis Joseph Gay-Lussac, nascido em 1778 tornou-se a primeira pessoa a se profissionalizar como químico no século XIX, prestando serviços a diversas fábricas por meio dos seus conhecimentos teóricos e práticos especializado na área. Em 1802, demonstrou o seu primeiro trabalho sobre a expansão dos gases e formulou a segunda lei dos gases. Atualmente, esta lei é chamada de Lei de Charles e Gay-Lussac ou simplesmente de Lei de Gay-Lussac. Nesse mesmo século, em 1825, o alemão Justus von Liebig deu origem à primeira escola de formação de químicos, na Universidade de Giesse, Alemanha, por onde os mais renomados e importantes químicos da época se formaram e/ou se aperfeiçoaram.

Com o rompimento das crenças unicamente fundadas no misticismo e na alquimia, a Química pôde fundar-se com a devida importância para a explicação da existência e formação da humanidade no seu todo. Pasteur, no século XIX, criou vacinas, quimioterapias e a origem da microbiologia. No século seguinte, o alemão Hermann Staudinger, por meio de seus estudos, comprovou a união de várias moléculas, formando uma molécula maior, os chamados polímeros. Esta descoberta se faz fortemente presente nos dias atuais, uma vez que são constituintes de suma importância em moléculas biológicas também.

No mesmo período, Linus Carl Pauling demonstrou como ocorriam essas ligações, a partir de conhecimentos da Física, na explicação da estrutura atômica, bem como a forma estrutural das moléculas e as camadas energéticas que impulsionaram a evolução da Química. Pauling demonstrou que um químico pesquisador deve desenvolver seus conhecimentos em prol da sociedade e o seu bem-estar, já que durante a Guerra Fria (1947-1953), chamou a atenção para a consequência que a mesma poderia trazer ao mundo.

De acordo com Oliveira (2017),

a Química passou durante um longo processo até se tornar a Química que conhecemos atualmente. Obviamente, longos estudos, discussões, quebras de paradigmas, brigas políticas e religiosas fizeram parte dessa evolução ilimitada da Química e da ciência. Essa constante evolução também ocorre no ensino da Química no Brasil, que passou por um longo processo de adequações. Mas primeiramente é preciso saber como a educação em si se iniciou no Brasil (OLIVEIRA, 2017, p.14).

Por isso, entendemos ser necessário apresentar, na próxima seção, como se iniciou o ensino de Química no Brasil.

2.2 A história da Química e seu ensino no Brasil

Assim como na seção anterior, as exposições de Strathern (2002) continuam sendo a referência para a descrição deste assunto.

Sumariamente, o histórico da Química no Brasil pode ser dividido em quatro partes, a saber: 1ª) até o século XIX não há registros; 2ª) no século XIX, com a vinda da Corte para o Brasil, começam a surgir algumas instituições de nível superior; 3ª) no início do século XX aparecem os primeiros cursos de químicos como consequência da 1ª Guerra Mundial; 4ª) a partir da década de 1930 surgem algumas Universidades. Neste sentido, faremos alguns apontamentos.

Consideram-se que os primeiros relatos químicos no Brasil ocorreram junto a sua descoberta, já que os índios utilizavam de extração de corantes e plantas naturais, conforme registros por Pero Vaz de Caminha em sua carta destinada à família real portuguesa. Somente no século XIX foi instituído o Ensino de Ciências estruturado no Brasil. Tal processo foi longo e demorado, visto que até o início de 1800, o progresso científico e tecnológico brasileiro era vinculado ao grau de desenvolvimento do ensino de Ciências no país. Devido à dependência política, cultural e econômica que o país sofria no período colonial, o avanço científico caminhou de maneira quase nula, pois Portugal demonstrava indiferença para com os avanços tecnológicos e econômicos da Europa nos séculos XVII e XVIII.

Em 1812, o alemão Willhelm Ludwig Von Eschwege iniciou a exploração de ferro no país, o que possibilitou a criação do Gabinete de Química e o Laboratório de Química Aplicada, ambos no Rio de Janeiro, sendo fechado em 1819. Embora D. Pedro II tivesse sido um grande incentivador e estudioso da área química, foi somente em 1918, durante o período republicano, que no Rio de Janeiro foi criada a primeira escola brasileira destinada a formar profissionais para a indústria química, o Instituto de Química do Rio de Janeiro. No mesmo ano, em São Paulo, a escola Politécnica criou o curso de Química. Ambos acontecimentos desenvolveram a pesquisa científica no país.

Dois anos após, em 1920, surgiu o curso de Química Industrial Agrícola em associação à Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária e, em 1933, esta deu origem à Escola Nacional de Química no Rio de Janeiro (SILVA *et al.*, 2006). Em 1934, foi criado o Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (USP), sendo esta a primeira universidade do país e fundada no mesmo ano.

Finalmente em 1931, a Química passou a ser disciplina regular por meio da reforma educacional Francisco Campos e tinha por objetivo preparar os estudantes com conhecimentos específicos e relacionar com o cotidiano bem como despertar o interesse pela ciência. Porém, a visão do conhecimento científico relacionado ao cotidiano foi perdendo forças ao longo do tempo. Com a reforma promovida pela Lei de Diretrizes e Bases da

Educação, nº 5.692 de 1971, foi criado o ensino médio profissionalizante. As aulas de Química passaram a apresentar, portanto, um caráter técnico-científico.

Até o início dos anos 80, o ensino se subdividia em dois seguimentos: o humanístico-científico que preparava o aluno para a universidade e a modalidade técnica, referente à formação profissional do estudante. Estas modalidades eram divergentes entre si e causou muitos transtornos no ensino até sua extinção no século XX.

A década de 90 foi caracterizada por uma reforma profunda no Ensino Médio brasileiro. Com a LDB nº 9.394 de 1996, o MEC (Ministério da Educação) lançou o Programa de Reforma do Ensino Profissionalizante, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) a fim de buscar as transformações culturais, sociais e econômicas exigidas pela globalização. Quanto à Química, a proposta do PCNEM era de que fossem explicitados a multidimensionalidade, o dinamismo e o caráter epistemológico de seus conteúdos.

Todas as organizações, planos e siglas, conforme citados no parágrafo anterior, são parte de algumas políticas públicas estabelecidas na tentativa de colocar o Brasil em condições parecidas com os demais países do mundo. Essas políticas podem ser entendidas como ações sociais que compreendem um esforço da sociedade e, principalmente, das instituições para garantir de forma permanente, os direitos de cidadania a todos.

O Plano Nacional de Educação (2001-2011), com a sinalização na LDB lei nº 9.394 de 20 de Dezembro de 1996, declarou, entre outras medidas, os objetivos e metas do ensino fundamental, ampliando para nove anos a duração deste ciclo que é obrigatório ter início aos seis anos de idade. Ao final desta etapa, os educandos ingressam no ensino médio.

De acordo com o Plano Nacional, firmado pela Lei nº 9.394/1996, no seu artigo 35, determina que esta fase represente a etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos e deve ter em sua finalidade: a formação do cidadão, a preparação para o trabalho e a preparação para continuação dos estudos. Deste modo, as políticas públicas esperam que ao final do Ensino Médio, o aluno seja capaz de possuir domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna, conheça as formas contemporâneas de linguagem e domine os conhecimentos de Filosofia e de Sociologia básicos.

Mas, embora muitos anos já tenham se passado, a didática escolar permanece engessada às diretrizes teóricas e pouco ligada ao cotidiano dos estudantes. Entendemos que, para favorecer o ensino e a aprendizagem de Química de maneira assertiva, faz-se necessário articular os conhecimentos científicos aos prévios que os estudantes possuem, pois parte da formação dependerá da cultura e do aprendizado de cada um.

De acordo com Cosenza e Guerra (2011)

um ambiente estimulante e agradável pode ser criado envolvendo os estudantes em atividades em que assumam um papel ativo e não sejam meros expectadores. Lições centradas nos alunos, o uso de interatividade, bem como a apresentação e supervisão de metas a serem atingidas são também recursos compatíveis com o que conhecemos do funcionamento dos processos atencionais (COSENZA; GUERRA, 2011, p.48).

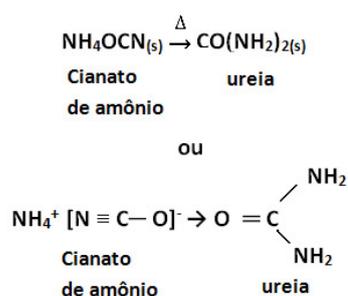
Outro ponto importante a ser considerado é a formação dos docentes, seja ela inicial ou permanente, dado o dinamismo da Ciência e das novas metodologias de ensino. Por este motivo, neste trabalho, visamos investigar os indícios de aprendizagem sobre a isomeria de compostos orgânicos, a partir da execução do jogo didático *ISOGAMES*, fundamentado na resolução de problemas numa perspectiva interdisciplinar.

2.2.1 O estudo da isomeria em compostos orgânicos no Ensino Médio

Nesta seção, assim como nas anteriores, faremos uma breve apresentação sobre os primórdios dos estudos da isomeria em compostos orgânicos. Tais declarações têm como referência os trabalhos de Justus von Liebig e Friedrich Wöhler, expostos em um jornal por Gay-Lussac em 1823. No ano em questão, dois químicos alemães passaram a estudar a composição de determinadas substâncias. Justus von Liebig descobriu o fulminato de prata e Friedrich Wöhler, o cianato de prata. Ambos entraram em contato com um jornal científico dirigido por Gay-Lussac, a fim de publicarem suas descobertas. Porém, ao analisar os trabalhos, Gay-Lussac percebeu algo inusitado, pois os dois compostos eram totalmente diferentes, mas possuíam a mesma fórmula molecular (AgCNO), ou seja, cada um dos elementos descobertos tinham um átomo de prata, um de carbono, um de nitrogênio e um de oxigênio.

Um marco importante para este fenômeno químico foi a descoberta de Wöhler, em 1828, ao sintetizar a ureia, provando, assim, que os compostos orgânicos podiam ser sintetizados em laboratório. Porém o fato mais admirável deste descobrimento foi a última etapa da reação que ele realizou para chegar até a ureia, o aquecimento do cianato de amônio, conforme reações apresentada na Figura 1 a seguir.

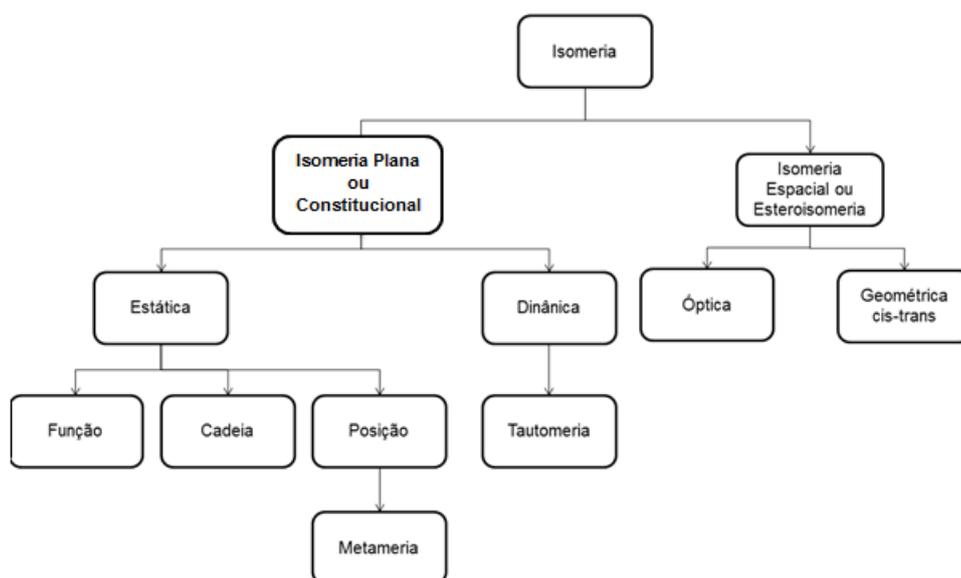
FIGURA 1. Reação de aquecimento do cianato de amônio



Wöhler observou que o cianato de amônio e a ureia possuíam os elementos na mesma quantidade, sendo dois nitrogênios, quatro hidrogênios, um carbono e um oxigênio. Ele apresentou esse fato a Berzelius, que já havia relatado as experiências de Liebig e Wöhler. Com a ajuda de Liebig, propôs uma explicação para esse fenômeno, ou seja, que os compostos apresentavam a mesma composição de elementos, mas a disposição dos átomos desses elementos, em cada composto, era diferente. Surgiu, então, a definição de isomeria.

A palavra isomeria tem origem grega: iso=igual e meros=partes, ou seja, partes iguais. Na Química, este fenômeno ocorre quando duas ou mais substâncias apresentam mesma fórmula molecular, mas com estrutura molecular, propriedades e nomes diferentes. Pode ocorrer na Química Orgânica e apresentar diversas maneiras, o que permite classificar em dois grupos base e dividir em subgrupos. A Figura 2 a seguir, representa o organograma de isomeria.

FIGURA 2. Organograma de isomeria



Fonte: Autoria própria.

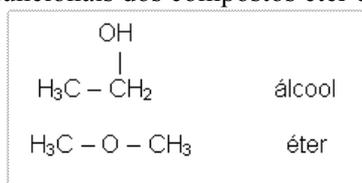
Quanto a funcionalidade desses grupos e subgrupos tem-se:

1. Isomeria plana ou constitucional: sua identificação se dá por meio da diferenciação pelas fórmulas estruturais planas e sua divisão é apresentada em: função, cadeia, posição, compensação e tautomeria;
2. Isomeria Espacial ou Esteroisomeria: neste caso, a diferença pode ser visualizada na estrutura molecular espacial dos compostos que possui duas divisões, ou seja, a isomeria geométrica (cis-trans) e isomeria óptica.

Dada a relevância deste tema para a referida pesquisa, apresentaremos, a seguir, cada um dos grupos e subgrupos.

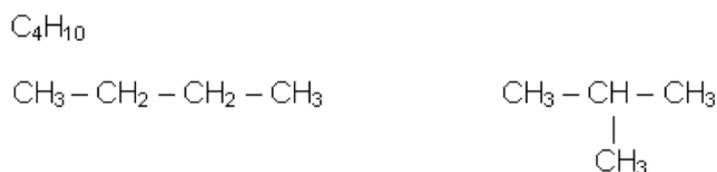
A isomeria de função (plana ou constitucional) se apresenta quando a fórmula molecular de dois ou mais compostos tem mesma fórmula molecular e diferentes funções químicas, ou seja, pertencem a grupos funcionais diferentes. Como exemplo, podemos citar o álcool e o éter: C_2H_6O , apresentados na Figura 3 abaixo:

FIGURA 3. Diferença dos grupos funcionais dos compostos éter e álcool



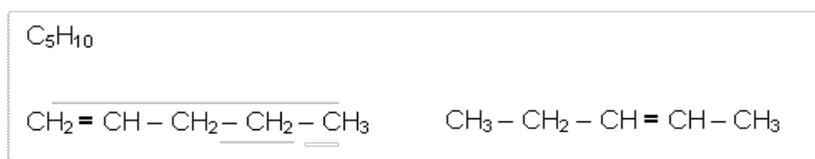
A isomeria de cadeia (plana ou constitucional) ocorre quando átomos de carbono apresentam mesma função química, contudo suas cadeias divergem de formação, como por exemplo, um isômero de cadeia normal e o outro de cadeia ramificada, conforme Figura 4 que segue:

FIGURA 4. Diferença de cadeia apresentada pelos compostos butano e metilpropano



A isomeria de posição (plana ou constitucional) ocorre quando a instauração, a ramificação ou o grupo funcional de uma cadeia carbônica encontra-se em uma posição diferente, porém possuem a mesma função. Segue um exemplo quanto a diferença na insaturação.

FIGURA 5. Identificação de insaturações nos compostos pent-1-eno e pent-2-eno



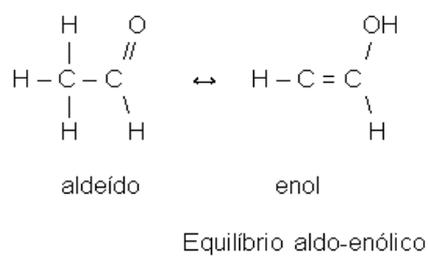
Compostos com a mesma função química, mas com diferente posição nos heteroátomos são classificados como isômeros de compensação (plana ou constitucional), conforme o exemplo da Figura 6, a seguir.

FIGURA 6. Isomeria de compensação apresentada pelo metóxiopropano e o etóxietano respectivamente



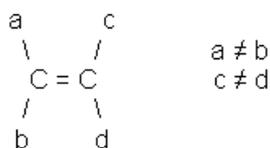
E, por fim, a isomeria de tautomeria (plana ou constitucional), acontece quando um isômero pode se transformar em outro apenas com a mudança de posição de um elemento na cadeia. Seus casos principais se encontram entre uma cetona e um enol (equilíbrio cetoenólico) e entre um aldeído e um enol (equilíbrio aldoenólico), conforme a Figura 7 que apresenta o aldeído e o enol:

FIGURA 7. Exemplo de tautomeria com aldeído e enol



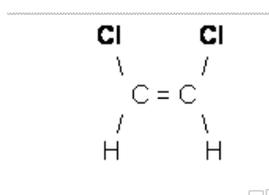
No que diz respeito à isomeria Espacial ou Estereoisomeria, a diferença pode ser visualizada na estrutura molecular espacial dos compostos e possui apenas duas divisões: a geométrica (cis-trans) e a óptica. A isomeria de geométrica (cis-trans) apresenta diferença na fórmula estrutural de um par de isômeros, apesar de sua mesma fórmula molecular. Ela ocorre em cadeias abertas insaturadas (com dupla ligação) e em compostos cíclicos. Portanto, os ligantes de carbono precisam se diferenciar, conforme a Figura 8 que segue como exemplo.

FIGURA 8. Exemplificação de molécula com compostos diferentes que podem formar estruturas cis - trans



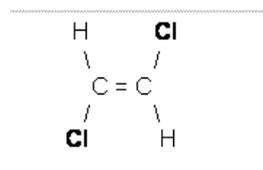
De acordo com a IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), os compostos cis e trans, devem ser representados pelas letras Z e E como prefixo. Esse fenômeno ocorre, pois Z é a primeira letra da palavra alemã *zusammen* que significa "juntos" e E é a primeira letra da palavra alemã *entgegen*, que significa "opostos". Dessa forma, quando os átomos iguais se apresentam de um mesmo lado em relação aos carbonos da dupla denominamos estes compostos como cis, palavra derivada do latim e significa "aquém de", conforme exemplo da Figura 9.

FIGURA 9. Demonstração de uma molécula cis (1,2-dicloroeteno)



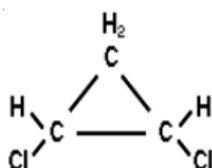
Já quando os átomos estão em posições transversais ou opostas em relação aos carbonos da dupla, denominamos estes compostos por trans, palavra do latim que significa "além de", conforme outro exemplo na Figura 10.

FIGURA 10. Demonstração de uma molécula trans (1,2-dicloroeteno)



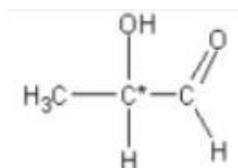
Em cadeias fechadas, a isomeria ocorre em pelo menos dois carbonos do ciclo que apresentem ligantes diferentes entre si. Esta isomeria é também chamada de baeyeriana, em homenagem ao cientista Adolf Von Baeyer (químico alemão que sintetizou o índigo), de acordo com a Figura 11.

FIGURA 11. Isomeria cis-trans no composto tran-1,2-diclorocicloropano



No que diz respeito à isomeria óptica, os compostos apresentam um carbono com quatro ligantes diferentes entre si (chamado de assimétrico ou quiral – átomo de carbono que está ligado a quatro grupos diferentes entre si) que têm a capacidade de desviar feixes de luz polarizada. Quando este desvio ocorre para a direita chamamos os isômeros de dextrogiro, mas se seu desvio ocorrer para a esquerda trata-se de um isômero levogiro. Essas substâncias são conhecidas como compostos opticamente ativos. Para que um composto de carbônico seja considerado opticamente ativo, seus ligantes não devem se sobrepor, sendo assimétricos. No entanto, compostos que apresentem formas dextrogira e levogira em partes iguais recebem o nome de misturas racêmicas que são opticamente inativas. Exemplo: ácido láctico ou ácido 2-hidróxi-propanoico, demonstrado na Figura 12.

FIGURA 12. Demonstração de isomeria ótica no ácido láctico



O ácido láctico recebe o nome D e a sua imagem especular (imagem do espelho) o nome L, deste modo passamos a ter o ácido láctico levógiro (-) e o ácido láctico dextrogiro (+). Eles apresentam as mesmas propriedades físicas, mas diverge sua polarização da luz. Estes isômeros podem ser chamados de par de enantiomorfos ou antípodas ópticos.

Cabe destacar que todos estes tópicos se fazem presentes no currículo do Ensino Médio brasileiro, assim como na ETEC que nos permitiu realizar esta pesquisa. Entretanto, são entraves para a aprendizagem dos conceitos pelos estudantes: sua complexidade e semelhança, a visualização das moléculas e a ausência de vínculo com aplicações no cotidiano.

Entendemos que a contextualização dos conteúdos é de fundamental importância para a aprendizagem, já que caracteriza-se pelas relações estabelecidas entre o que os estudantes sabem sobre um determinado assunto e sua associação com o contexto social, econômico,

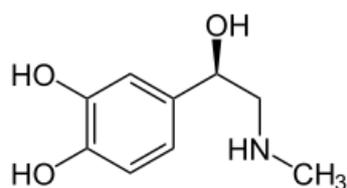
ambiental e cultural. Por isso, fizemos uma busca na literatura de possíveis trabalhos que pudessem retratar a isomeria em compostos orgânicos com a abordagem contextual. Um deles, intitulado, “Elaboração e aplicação de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino-aprendizagem de isomeria”, Souza (2015), nos inspirou na escolha dos temas abordados no jogo *ISOGAMES*. Nesse sentido, faremos uma breve descrição de cada um deles: adrenalina, aspartame, gordura trans e vitamina C.

A adrenalina ou epinefrina, de acordo com Souza (2015),

é um hormônio produzido pelas glândulas supra renais e um neurotransmissor que atua no sistema nervoso simpático. Quando um indivíduo passa por uma situação de estresse, cansaço físico, nervosismo, hipoglicemia, hemorragias, etc, há um estímulo a produção da adrenalina que atua principalmente nos órgãos periféricos, provocando dilatação da pupila, taquicardia, tremores, sudoreses, etc (SOUZA, 2015, p. 35).

Conforme Figura 13, a adrenalina possui um carbono quiral e dois enantiômeros chamados de dextrogiro e levogiro, sendo este mais ativo.

FIGURA 13. Representação da molécula de adrenalina

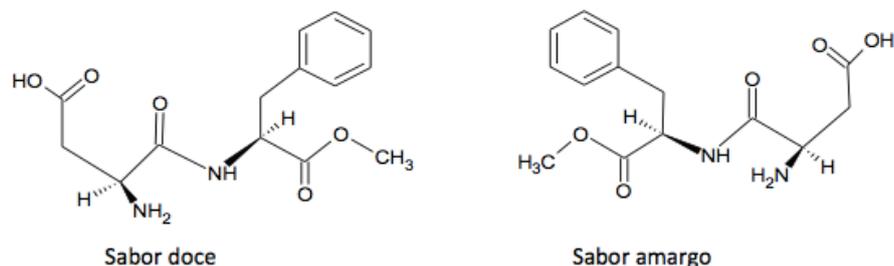


O aspartame é um composto usado como adoçante e intensificador de sabor em substituição do açúcar. Foi descoberto em 1965 por James Schlatter, Estados Unidos, e desenvolvido por acaso na tentativa de se encontrar um novo medicamento para o tratamento da úlcera. Seu consumo só foi liberado em 1981, após a realização de diversos estudos toxicológicos. Entretanto, várias questões científicas continuam sendo levantadas após a aprovação, principalmente com relação à toxicidade de seus componentes metabólicos para a saúde humana no que diz respeito aos limites máximos permitidos. A ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), 2005, estabelece limites máximos de aspartame permitido nos alimentos conforme legislação brasileira. Como exemplos temos: para: “gomas de mascar, limite de 0,25 g/100g; cremes vegetais e margarinas, limite de 0,075 g/100g e bebidas à base de soja prontas para o consumo, limite de 0,03 g/100g” (FREITAS; ARAÚJO, 2018, p. 8).

Além disso, o aspartame apresenta dois carbonos quirais e dois pares de

enantiômeros. A forma S-S apresenta sabor doce enquanto que a R-R o sabor amargo, conforme estruturas representadas na Figura 14.

FIGURA 14. Representação das moléculas de aspartame: sabores doce e amargo

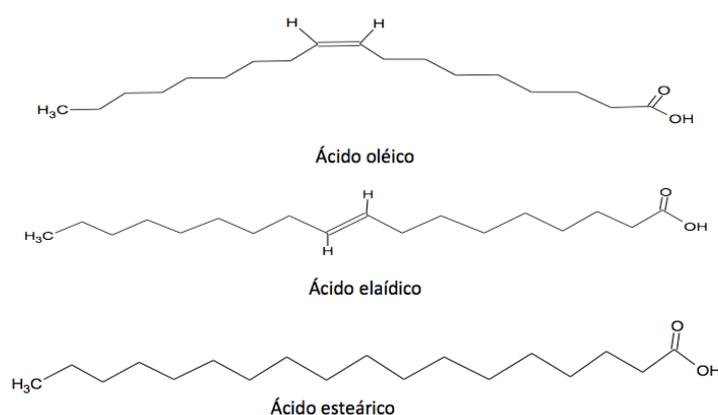


Gorduras trans, por se tratar de uma definição química, são ácidos graxos insaturados que apresentam, pelo menos, uma dupla ligação na posição trans, isto é, os átomos de hidrogênio estão cruzando a cadeia de carbono de sua configuração, por meio daquela dupla ligação. Também pode ser entendido o conceito de gorduras trans por dois tipos. Um tipo específico de gordura saturada é aquela formada por um processo de hidrogenação natural (ocorrido no rúmen de animais). Alimentos de origem animal como a carne e o leite possuem pequenas quantidades dessas gorduras. Outro tipo é aquela decorrente do processo de hidrogenação industrial como aquela provocada pelo aquecimento de óleos vegetais líquidos para solidificação em margarinas e gorduras para confeitaria. Por isso, elas estão presentes, principalmente, nos alimentos industrializados como manteiga, batata frita, sorvetes, biscoitos, bolos, bolachas recheadas e outros (ARENHART, *et al.*, 2016).

Desde 2006, a ANVISA tem exigido que as indústrias alimentícias indiquem, no rótulo de seus produtos, a quantidade de gordura trans presente. Além disso, o Ministério da Saúde tem alertado para o uso abusivo de alimentos com gorduras trans, pois é prejudicial à saúde, podendo causar acidente vascular cerebral (AVC), obesidade, câncer, dentre outros.

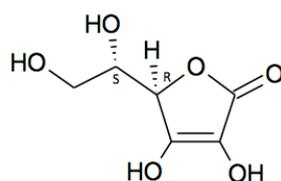
Ademais, os óleos são formados principalmente por ésteres de ácidos insaturados, enquanto que as gorduras são formadas por ésteres de ácidos saturados ou ácidos insaturados na configuração trans. Os ácidos graxos de configuração trans ocorrem nos animais em pequenas quantidades e não ocorrem naturalmente nos vegetais. A Figura 15, que segue, representa a molécula o ácido oleico (configuração cis), do ácido elaídico (configuração trans) e do ácido esteárico (saturado), conforme Souza (2015, p. 38).

FIGURA 15. Representação molecular dos ácidos: oleico, eláidico e esteárico



E, por fim, a vitamina C, conhecida como ácido ascórbico. É um composto ácido com características cristalinas, sendo inodoro e solúvel em água. A Figura 16 representa o ácido ascórbico que possui dois carbonos assimétricos e quatro isômeros ativos.

FIGURA 16. Representação do ácido ascórbico



A vitamina C é uma das vitaminas hidrossolúveis mais importantes para a saúde humana.

O corpo humano não é capaz de sintetizar a vitamina C e a capacidade de armazenamento é pequena. A ingestão recomendada é de 80 mg para homens e mulheres adultos. A carência de vitamina C pode causar escorbuto (doença que ataca as gengivas com inchaços e hemorragias), hemorragia nasal, dores nas articulações e feridas que não cicatrizam. (SOUZA, 2015, p. 41).

Além disso, a vitamina C participa de muitas funções bioquímicas, como a absorção de ferro, a síntese de colágeno e hormônios. Previne a aparência de envelhecimento, formação de cataratas, arteriosclerose, câncer e doenças cardiovasculares. Também é usada pela indústria alimentar como um aditivo, a fim de evitar a oxidação de produtos alimentares (DA FONSECA ANTUNES *et. al*, 2017).

3 O JOGO COMO RECURSO DIDÁTICO NO AMBIENTE ESCOLAR E NO ENSINO DE QUÍMICA

O jogo apresenta-se como um importante recurso pedagógico, não apenas por representar prazer e descontração, mas por possibilitar a construção de conhecimentos.

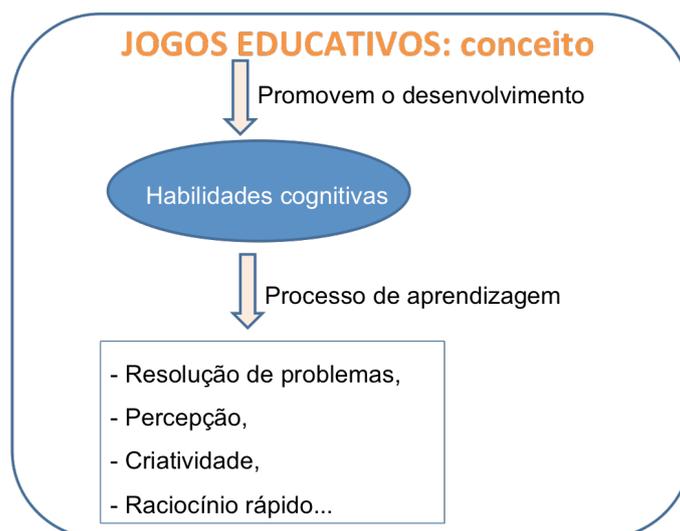
Então, é de suma importância esse recurso fazer parte do cotidiano escolar, desde que o professor tenha uma intencionalidade educativa e potencialize a aprendizagem dos conceitos científicos tendo como referência a necessidade da mediação e da motivação (PEREIRA, 2016, p. 39).

Todos nós, enquanto crianças, participamos de jogos e tivemos brinquedos que, por meio da diversão, ensinaram conteúdos que posteriormente vieram a fazer parte de nossas vidas. Na história do ensino infantil, é culturalmente aceito que o lúdico auxilia na educação das crianças. Estudos psicológicos de âmbito histórico e social infantil apontam que o brincar é um importante processo psicológico, fonte de desenvolvimento e aprendizagem. O ato de brincar possibilita o desenvolvimento da mente humana ao estimular a imaginação, a fantasia e mesclando-as com a realidade. Segundo Lopes (2001, p. 23) “é muito mais eficiente aprender por meio de jogos e, isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta”.

A palavra lúdico é um adjetivo masculino, originado do latim *ludus*, que remete a jogos e divertimento. Assim, o que caracteriza o lúdico “é a experiência de plenitude que ele possibilita a quem o vivencia em seus atos” (LUCKESI, 2000, p. 96). Nesse sentido, as atividades lúdicas – jogos infantis, recreação, competições, representações litúrgicas e teatrais, dentre outros – têm como objetivo propiciar prazer e divertir a alguém. Estas atividades funcionam como um elo integrador entre os aspectos motores, cognitivos, afetivos e sociais. Dessa forma, podem facilitar o aprendizado assim como o desenvolvimento social, cultural e pessoal do indivíduo (CUNHA, 1986).

O jogo didático é educativo, pois permite ações ativas, dinâmicas e cognitivas. Na esfera corporal, afetiva e social do estudante, auxilia no desenvolvimento de algumas competências como concentração, organização, manipulação, cooperação e compreensão de regras. Assim, estão relacionados ao ensino de conteúdos escolares. Devem possuir regras e organização, mas não permitir que a parte lúdica sobreponha a educativa ou vice-versa. A Figura 17 que segue, representa nosso entendimento sobre os jogos educativos enquanto recurso didático.

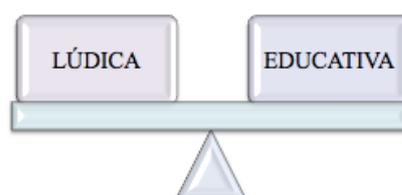
FIGURA 17. Os jogos educativos e seu uso em sala de aula



Fonte: Autoria própria.

O ato de brincar e aprender refere-se a um impulso natural que levamos ao longo da vida. Portanto, a associação deste impulso com a aprendizagem permite transpor barreiras existentes no ensino devido à espontaneidade das brincadeiras por meio de uma forma intensa e total. Por isso, é preciso que haja um equilíbrio entre os aspectos lúdicos e didáticos, pois as atividades não podem ser tão descontraídas a ponto de perder seu potencial de educação (Kishimoto, 2002, 2009), conforme Figura 18 a seguir.

FIGURA 18. O jogo didático e os aspectos lúdico e educativo



Fonte: Autoria própria.

A aprendizagem, portanto, é auxiliada pela ancoragem aos conceitos relevantes já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, a associação de informações do cérebro ocorre de uma maneira organizada, o que forma uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos do conhecimento são conectados e absorvidos a conceitos mais gerais e mais inclusivos. “O mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem é o que aprendiz

já sabe. Determine isto e ensine-o de acordo.” (AUSUBEL, 2003, p.4).

Embora a presença dos jogos esteja crescendo em sala de aula, diversas pesquisas como as de Messeder Neto e Moradillo (2014, 2017), Garcez (2014) afirmam que as bases teóricas para esse tipo de ensino são escassas e de pouca metodologia. Por isso, tem sido amplamente discutido em diversos congressos e eventos científicos, nos quais surgem diferentes questionamentos e reflexões no que diz respeito à credibilidade e à validação dos resultados, assim como a necessidade de os educadores estarem aptos a desenvolver atividades com jogos de forma eficiente.

Deste modo, entendemos que, ao associarmos este recurso de ensino com a educação química, teremos potencial para favorecer o aprendizado pelos estudantes, já que assumem um papel ativo no processo. Além disso, suas concepções prévias, experiências e saberes são considerados como ponto de partida para a construção de novos conhecimentos.

O número de jogos na área de ensino de Química vem crescendo muito dado o interesse por parte dos professores de chamar a atenção dos alunos para a aprendizagem de conteúdos de Química e, também, para tornar as aulas mais divertidas e dinâmicas (MESSEDER NETO; MORADILLO, 2017). Entretanto, conforme mencionado anteriormente, a memorização de fórmulas, símbolos e nomes de substâncias se faz fortemente presente no ensino de Química, embora seja um fator agravante que dificulta a aprendizagem.

Para que o aprender possa ser significativo ao estudante, entendemos que é necessário haver interesse, dedicação, motivação e participação diante do estudo de um determinado assunto. Assim, os jogos podem ser um dos recursos didáticos para atingir tal fim. Além de facilitar a compreensão de conceitos, pode tornar-se uma ponte entre os aspectos teórico e prático.

Entretanto, é necessário que o docente se sinta confortável e disposto a assumir este recurso em sala de aula e interagir. Muitos professores ainda não acreditam que os jogos podem ser facilitadores do processo de ensino e aprendizagem, pois temem que a interação possa fazê-los perder a autoridade ou que os aspectos conceituais fiquem em segundo plano em favor do lúdico.

É possível fazer uso de objetos, materiais, jogos, suposições e experiências para atrair os educandos para o conceito a ser explorado. Durante o entretenimento, poderão desenvolver um olhar crítico e de fácil associação do conteúdo para com seus conhecimentos prévios. Conforme Alves (2008, p. 84), a utilização do lúdico no processo de ensino e aprendizagem “é o prazer de estudar, investigar, de perguntar que faz da educação uma coisa bonita,

gostosa, brinquedo, feito empinar pipa”.

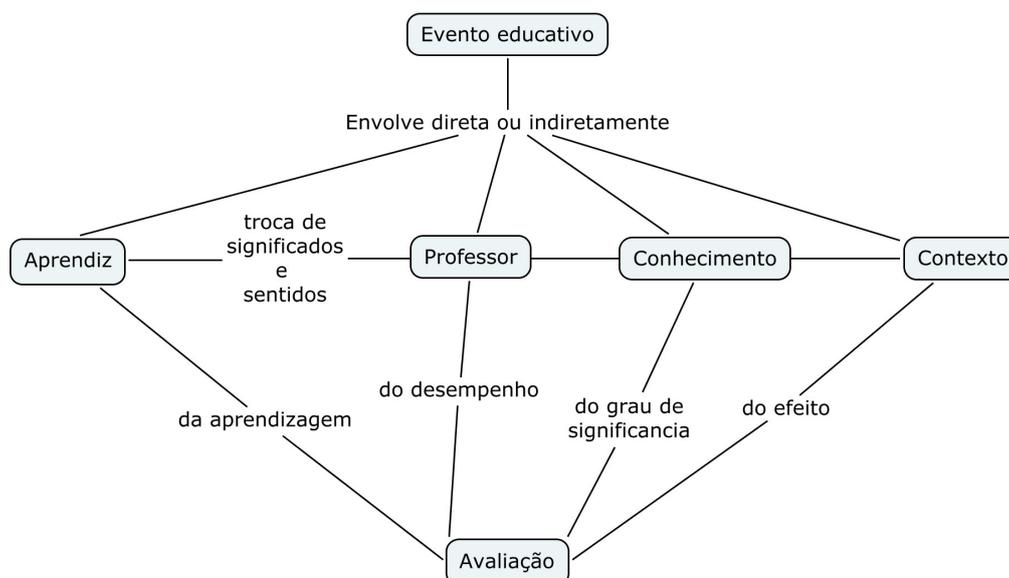
Mesmo em meio a tanta modernidade, não se faz necessário que o jogo em sala de aula seja sofisticado, eletrônico, automático ou de controle remoto, mas sim, que busque a curiosidade e instigue a imaginação dos estudantes para novas descobertas. Para o ensino de Química, os professores que se aventuram a executar os jogos têm denotado sua importância para melhorar o aprendizado dos estudantes.

O jogo didático *ISOGAMES*, criado para esta pesquisa, será descrito em detalhes na seção cinco (5).

4 MAPAS CONCEITUAIS E A ESTRUTURAÇÃO DO CONHECIMENTO

Mapas Conceituais (MCs) são estruturas gráficas que buscam organizar algum conhecimento. Assim, dizem respeito à meta-aprendizagem, conforme teoria de ensino proposta por Ausubel (1963). Contudo, seu desenvolvimento foi realizado por Novak (1990) que apresentou os diagramas de fluxo, organizados de forma hierárquica, que tendem a estruturar a associação dos conteúdos, de fácil entendimento. Para Novak, qualquer evento educativo é uma ação para trocar significados (pensar) e sentimentos entre o aprendiz e o professor, conforme Figura 19 que segue.

FIGURA 19. Mapa conceitual com os cinco elementos de Novak

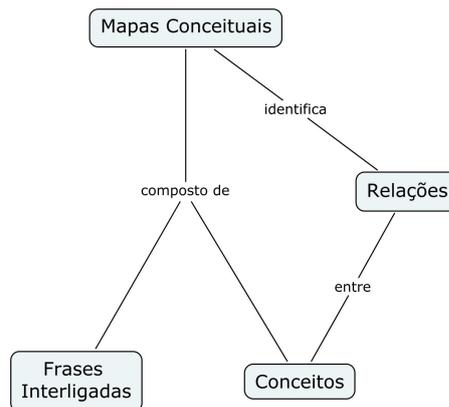


Fonte: Moreira (1993).

De maneira geral, um MC tende a facilitar a percepção e a compreensão de eventos, pois existe uma grande proximidade entre a memória visual e as imagens que são formadas pelo mapa. Além disso, suas propriedades visuais-espaciais e seu processamento requer uma menor quantidade de transformações cognitivas se comparado ao de um texto (VEKIRI, 2002). Dessa forma, o uso de MCs, como instrumento de avaliação, visa obter informação acerca do tipo de estrutura que o aluno vê no conjunto de conceitos estudados (MOREIRA; NOVAK, 1988).

Não há uma “receita” a ser seguida para a produção de um MC. Cada estudante pode desenvolvê-lo da maneira que for mais cômoda para o alinhamento das informações incorporadas. A Figura 20, a seguir, indica uma forma representacional.

FIGURA 20. Esquema de um mapa conceitual

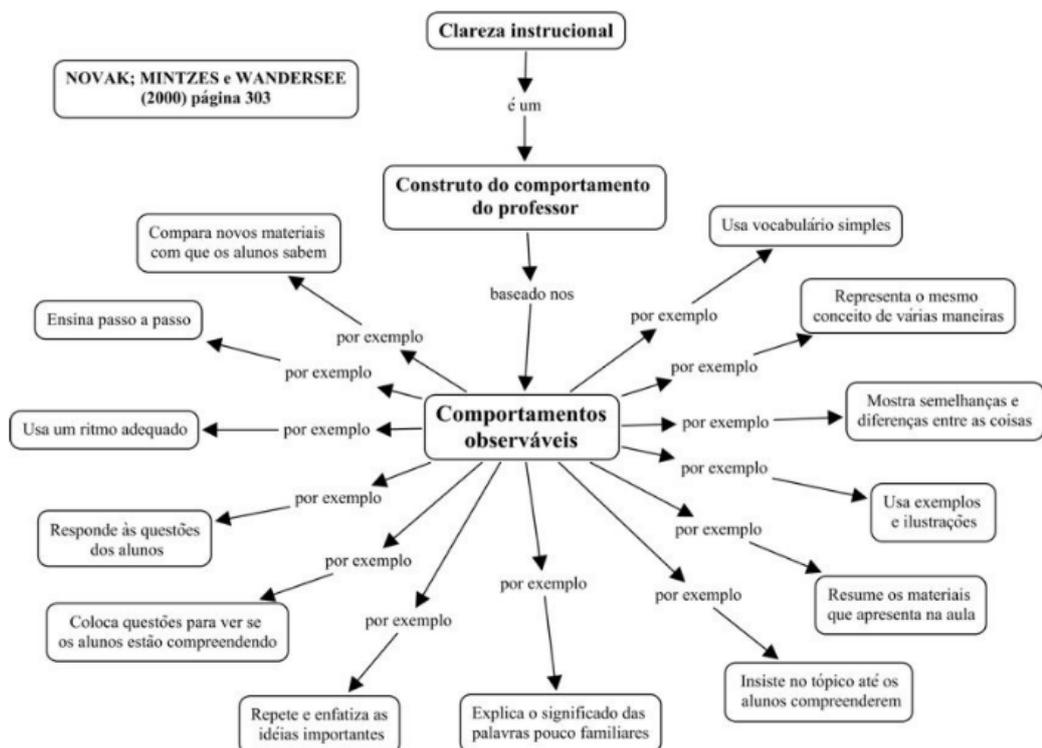


Fonte: autoria própria.

Sendo assim, não há um passo-a-passo a ser seguido na produção dos MCs, porém, existem algumas classificações, conforme Tavares (2007):

a) Mapa conceitual do tipo teia de aranha: o conceito principal é colocado em evidência na parte central; os conceitos secundários se irradiam, podendo gerar a ideia de uma “teia”, conforme Figura 21. Sua construção é prática e unificada, mas a clareza e a integração dos tópicos se torna difícil.

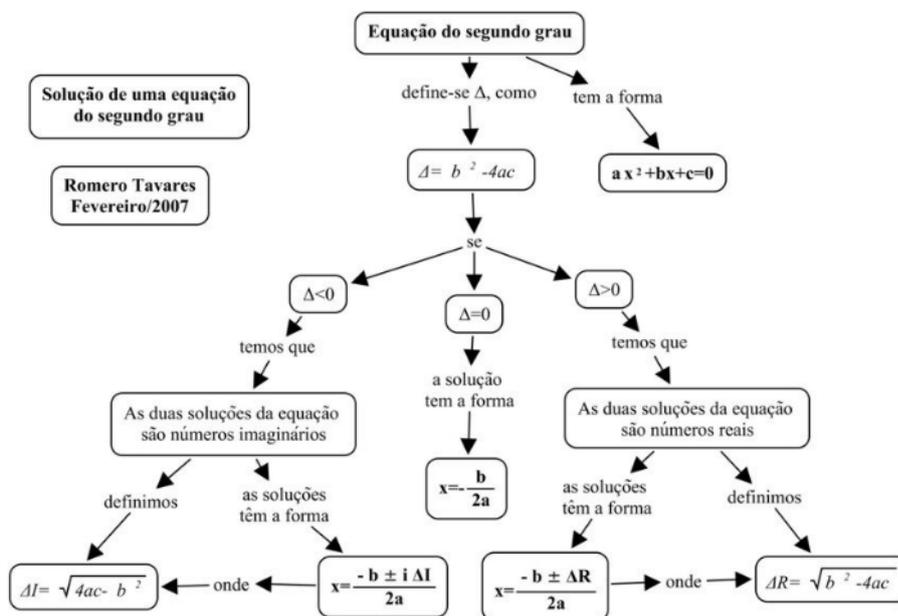
FIGURA 21. MC tipo teia de aranha



Fonte: Tavares (2007, p.76).

b) Mapa conceitual do tipo fluxograma: apresenta uma organização linear, conforme a Figura 22. Possui fácil leitura, organização lógica e sequencial, mas não permite ao autor um pensamento crítico, o que torna a exposição do tema incompleta, pois não é diretamente voltado à compreensão e sim à otimização.

FIGURA 22. MC do tipo fluxograma



Fonte: Tavares (2007, p.77)

c) Mapa conceitual do tipo sistema de entrada e saída: seu formato é semelhante ao fluxograma, mas com possibilidade de entrada e saída de informações, sendo possível relacionar os conceitos e interligá-los. Entretanto, sua leitura nem sempre é fácil, pois pode apresentar diversas interligações, de acordo com a Figura 23 que segue.

FIGURA 24. MC do tipo hierárquico



Fonte: Tavares (2007, p.79)

Ainda de acordo com Tavares (2007), um mau MC faz uma conexão linear entre os conceitos. Por outro lado, um bom MC

começa com uma boa seleção de conceitos relacionados ao tema principal. Cada conceito pode estar relacionado a mais de um outro conceito. A existência de grande número de conexões entre os conceitos revela a familiaridade do autor com o tema considerado. Mesmo que ele não tenha feito a escolha dos conceitos a serem mapeados, ele conseguirá perceber as relações entre eles se tiver algum domínio sobre o tema (TAVARES, 2007, p. 78).

A utilização dos MCs pode se dar em diversos campos, como empresarial, pessoal e escolar. Do ponto de vista pedagógico, os MCs apresentam várias finalidades, pois são considerados instrumentos não convencionais de ensino e de avaliação da aprendizagem. No aspecto avaliativo, se diagnóstica, pode indicar como está o desenvolvimento e a

aprendizagem dos estudantes; se formativa, busca novos caminhos pedagógicos que levem a uma aprendizagem significativa e, se somativa, define conceitos e/ou notas que possam designar as competências e as habilidades no processo formativo (FREITAS, 2009).

Para este trabalho, utilizado em meio escolar, o objetivo foi identificar indícios de aprendizagem com o auxílio do jogo didático *ISOGAMES* que leva em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a isomeria em compostos orgânicos. Os estudantes construíram seus MCs em formatos livres, como circulares ou caixas unidas por linhas ou setas contendo palavras-chave a fim de demonstrar a conexão de ideias. Estes serão detalhados na seção 6 (Resultados e discussão). Diante desse contexto de discussão, os MCs têm sua relevância, pois explicitam os conhecimentos apreendidos pelos estudantes, em grupos, durante cada etapa do jogo.

5 O MÉTODO DA PESQUISA

Esta pesquisa é considerada de natureza qualitativa. Nesta abordagem,

os pesquisadores buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens. [...]Possuem as seguintes características: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 32).

Neste sentido, detalharemos a seguir o contexto da investigação, os instrumentos de obtenção e construção da análise dos resultados.

5.1 A escola e os participantes

Esta pesquisa foi realizada numa ETEC do interior do Estado de São Paulo que possui cerca de 360 alunos matriculados no Ensino Médio, dos quais, aproximadamente, 120 são pertencentes ao curso de Química integrado, com idade na faixa de 15 a 18 anos. Importante salientar que esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética com o parecer nº 3.397.973.

Elegemos realizar esta pesquisa junto aos estudantes do 2º ano do curso de Química integrado ao ensino médio (ETIM), pois as bases tecnológicas da disciplina (Síntese e Identificação dos Compostos Orgânicos II-SICO II) contemplam o conteúdo de isomeria. Na estrutura curricular há oito aulas por dia, sendo cinco no período da manhã e três, à tarde. Cabe destacar que esta pesquisa foi realizada no período vespertino.

Assim, os estudantes (40 ao todo) que participaram deste estudo em 2019 estavam se capacitando para a formação de “Técnico em Química”, onde atuarão no planejamento, na coordenação, na operação e controle dos processos industriais e equipamentos nos processos produtivos, além de planejar e coordenar os processos laboratoriais.

A escola garante autonomia aos professores quanto à aplicação do conteúdo de suas respectivas matérias, podendo estes optar pela metodologia utilizada para o ensino em sala de aula, desde que contemple toda a grade prevista para o período do curso em que o aluno se encontra. Deste modo houve total liberdade para a aplicação deste trabalho e averiguação de seus resultados. Para a execução, os alunos e seus responsáveis consentiram, firmando o termo de assentimento livre esclarecido.

5.2 A construção do jogo *ISOGAMES* de acordo com seus fundamentos e regras

O *ISOGAMES* é um jogo de tabuleiro no qual os jogadores/alunos atuam em equipes para responder perguntas prescritas nas cartas relacionadas com os conteúdos de Química Orgânica, mais precisamente sobre isomeria em compostos orgânicos. Para sua construção, partimos dos seguintes fundamentos:

- a. A interdisciplinaridade enquanto abordagem teórica e metodológica dos conteúdos, pois visa promover a articulação/interação entre as diversas áreas do saber;
- b. A contextualização dos conteúdos, complementar à interdisciplinaridade, já que a ciência é abordada de acordo com o contexto social e suas inter-relações econômicas, ambientais, culturais;
- c. O estudante é agente ativo no processo de aprendizagem;
- d. O trabalho em grupo é cooperativo, pois os estudantes devem interagir uns com os outros para atingir um objetivo específico. Assim, eles ajudam-se no processo de aprendizagem e atuam como parceiros entre si e com o professor (BARBOSA; JÓFILI, 2004).

Por fim, destacamos que o jogo *ISOGAMES* foi desenvolvido para auxiliar na construção individual e coletiva do conhecimento.

Considerando-se tais premissas, detalharemos as regras do jogo, a seguir.

1ª regra: constituição dos grupos

Os estudantes (ao todo, 40) foram distribuídos em 2 grupos (20 em cada um), sendo denominados grupos A e B. Nestes grupos, houve a formação de subgrupos, com 5 integrantes, de acordo com o tema e cor, a saber: Adrenalina – verde; Aspartame – azul; Gordura trans – vermelho e Vitamina C – amarelo.

O jogo foi plotado em uma gráfica a fim de torná-lo mais atraente, no sentido visual, aos estudantes, conforme Figura 25 a seguir.

FIGURA 25. Tabuleiro do jogo *ISOGAMES* e suas cartas



Fonte: Autoria própria.

2ª regra: as respostas só poderiam ser informadas após o consenso do subgrupo (tema).

3ª regra: as cartas do jogo ficaram dispostas no sentido contrário às informações, num conjunto de 24 cartas, considerando-se as temáticas.

4ª regra: tópicos das cartas

1º) Pense rápido; 2º) Desafio 3º) Pesquisa em Casa; 4º) Usando celular. A Figura 26 representa um conjunto de cartas, no caso, para o aspartame.

FIGURA 26. Representação do conjunto de cartas - Aspartame

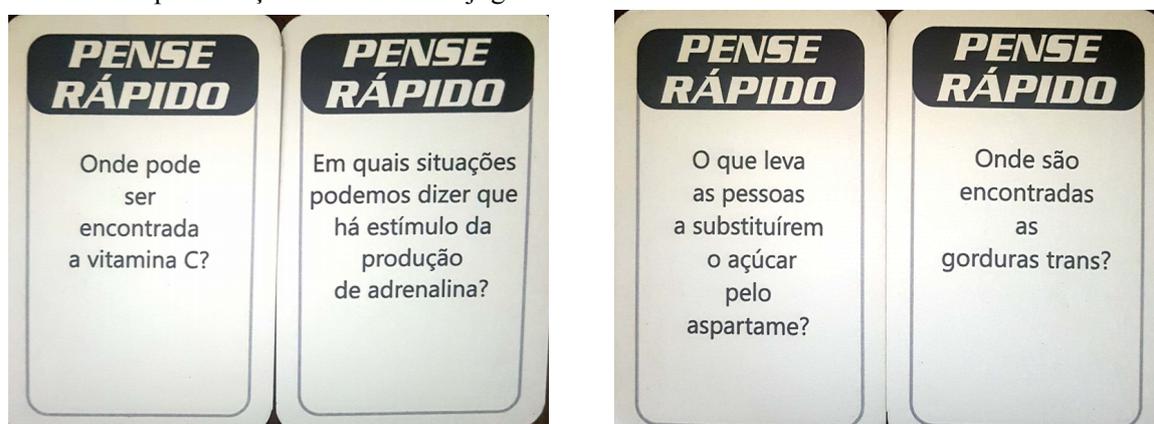


Fonte: Autoria própria.

5ª regra: jogadas

Na primeira carta, “Pense rápido”, todos os subgrupos tinham um tempo limite de 5 minutos para decidirem a resposta que deveria ser apresentada para a turma toda. A segunda, “Pense rápido”, o objetivo foi o mesmo, mas diferenciava de acordo com cada tema, conforme exemplo da Figura 27 a seguir.

FIGURA 27. Representação da 2ª carta do jogo – Vitamina C



Fonte: Autoria própria.

Na terceira carta, “Desafio”, os subgrupos Adrenalina e Aspartame realizaram entrevistas; já os subgrupos Gordura trans e Vitamina C receberam a missão de procurar produtos, em suas residências, sobre essas substâncias (atividade apresentada no dia seguinte de aula). As entrevistas tinham como perguntas norteadoras:

Adrenalina: Em quais situações podemos dizer que há estímulo da produção de adrenalina?

Aspartame: Você acha que o uso do adoçante é mais benéfico para a saúde do que o do açúcar? Justifique.

Na quarta carta “Usando o Celular”, os estudantes fizeram a investigação com o auxílio dos celulares; depois socializaram (entre os integrantes do subgrupo) o resultado da pesquisa para formularem a resposta a ser apresentada para todos da turma.

Na quinta carta, “Pesquisa em Casa”, foi solicitado que respondessem as questões, conforme seguem, apresentassem a pesquisa aos integrantes do subgrupo, em seguida ao grupo e, por fim, para todos.

Gordura Trans: Quais os malefícios da gordura trans em nosso corpo humano?

Adrenalina: Quais os malefícios do estímulo da produção de adrenalina em nosso corpo humano?

Aspartame: Quais os malefícios no uso de adoçante em nosso corpo humano?

Vitamina C: Quais os malefícios da pouca ingestão de Vitamina C em nosso corpo humano?

Na sexta carta, “Desafio”, os estudantes construíram os enantiômeros dos seus respectivos temas com o auxílio de massinhas e palitos de dente. Após a finalização das cartas, responderam duas questões-problema pertencentes ao jogo, conforme seguem:

1ª questão-problema: Para o tratamento antitumoral em pacientes em estado inicial, o diretor-médico de um importante hospital da Região Metropolitana de Campinas fez um pedido de determinada substância a um laboratório químico da região, expressando no fax enviado apenas a fórmula molecular do composto: $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$. O envio do produto químico foi feito, mas apenas algumas amostras se mostraram eficientes no tratamento da doença. O que pode ter ocorrido? (adaptado de SIMÕES; CAMPOS; MARCELINO, 2016).

2ª questão-problema: A cidade Isomerópolis, localizada no interior do Estado de SP, sempre se manteve entre as 3 melhores para se viver de acordo com o ranking de qualidade de vida. Nos últimos 2 anos, novos empreendimentos deixaram os habitantes desta pequena cidade muito felizes por causa da inauguração de um shopping center, novas avenidas foram construídas bem como a instalação de uma indústria de produtos da linha diet e light. Este panorama estava indicando um futuro promissor a todos moradores e começando a atrair novos habitantes. Porém, no último resultado do ranking de qualidade de vida, esta cidade caiu para a posição vigésima (20ª) o que deixou a todos preocupados. De acordo com o cenário descrito, identifique as possíveis causas desse resultado negativo e proponha, segundo os seus conhecimentos em Química, possíveis soluções para a problemática a fim de que a cidade volte a posição de destaque no ranking de qualidade de vida (próprios autores).

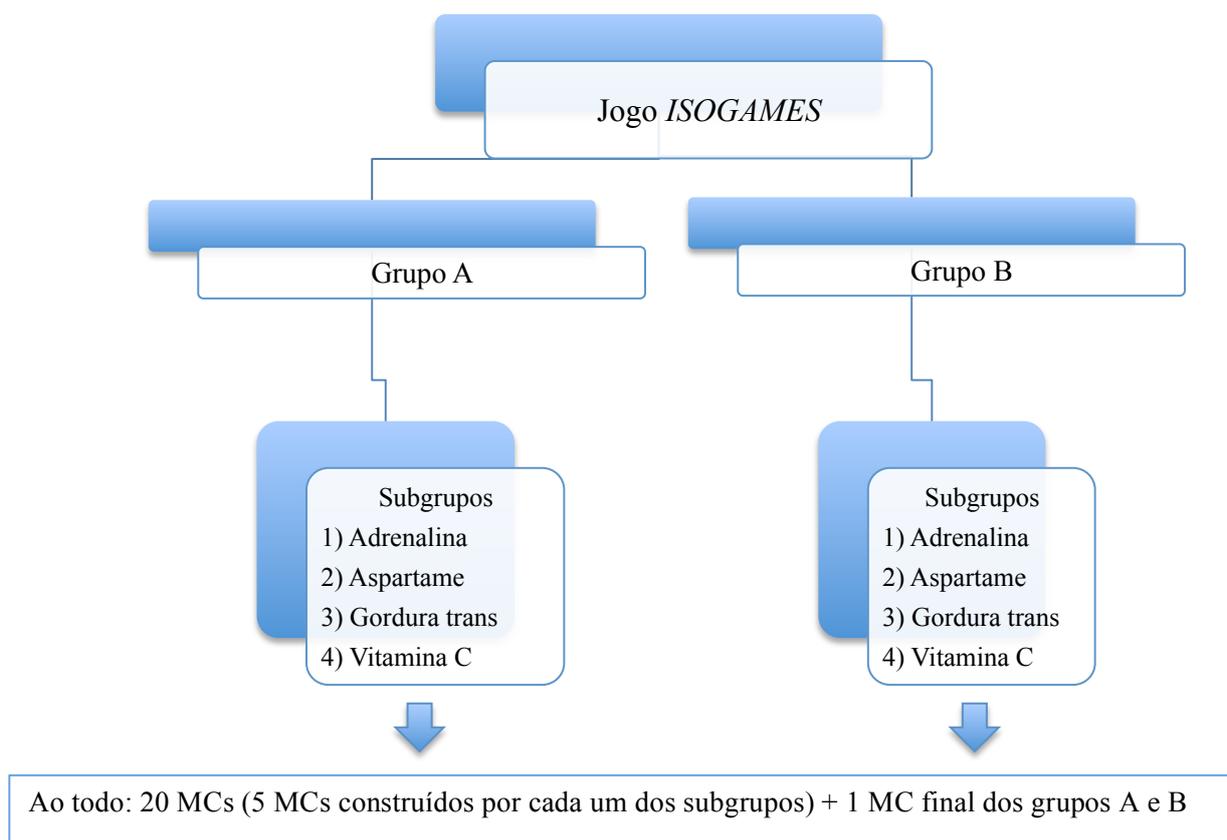
6ª regra: todas as respostas das cartas deveriam ser descritas no próprio tabuleiro com o auxílio de *post its*.

5.3 Instrumentos para a construção e a análise dos resultados

A pesquisa tem como instrumentos para a obtenção dos resultados: o próprio jogo, construído e executado para este fim, os mapas conceituais dos subgrupos, suas falas e as respostas das questões-problema ao final do jogo. Assim, foram analisadas as respostas dos *post its* inseridos no jogo e os MCs dos 4 subgrupos (Adrenalina, Aspartame, Gordura trans e Vitamina C) para os grupos A e B. Cada subgrupo desenvolveu 5 mapas conceituais, com um total de 20 MCs e um mapa final. Elaboramos a Figura 28 a seguir que representa o conjunto

de dados obtidos.

FIGURA 28. Representação da constituição do jogo e dos resultados obtidos



Fonte: Autoria própria.

A fim de identificarmos os indícios de aprendizagem ao longo do jogo, analisamos os MCs construídos pelos integrantes dos subgrupos e, a partir do mesmo recurso, criamos MCs para cada um dos temas.

Fizemos uso do Paradigma Indiciário de Análise (Ginzburg, 1989, 2007) que constitui-se como uma metodologia de análise que permite identificar indícios, no nosso caso, de aprendizagem. De acordo com Pino (2005),

[...] procurar indícios de um processo é muito diferente de procurar relações causais entre fatos. [...] implica em optar por um tipo de análise que siga pistas, não evidências, sinais, não significações, inferências, não causas desse processo. (PINO, 2005, p. 178).

Este paradigma (indiciário) sobressai na abordagem qualitativa, pois permite investigar a singularidade das conjunturas e analisa “situações, casos, documentos individuais dando maior relevância ao problema pesquisado que à quantidade de dados obtidos”

(ROSÁRIO, 2010, p.10).

A interpretação e a observação de indícios no processo de aprendizagem sinaliza características que podem ajudar, modificar e apontar a direção de uma nova atuação crítica do professor em suas metodologias de ensino.

Ginzburg (2007) afirma que o conhecimento por meio de indícios (pistas/sinais) é tão arcaico quanto a própria humanidade. Segundo este autor, o homem “aprendeu a farejar, registrar, interpretar e classificar pistas infinitesimais como fios de barba” (GINZBURG, 2007, p.151). Entendemos, assim como Baptista (2015, p. 571-572) que “eleger esse modelo requer deslocar o foco da repetibilidade ou da replicabilidade para o da singularidade e da idiossincrasia dos dados”.

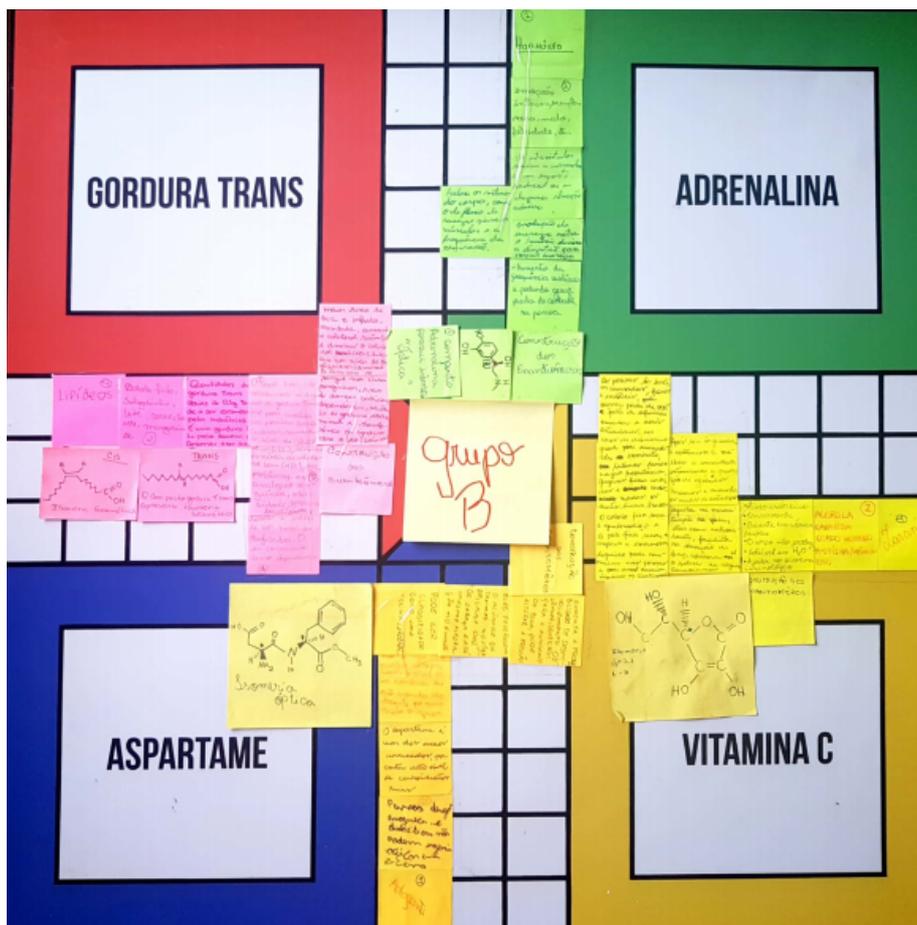
“Em síntese, o Paradigma Indiciário é utilizado como uma ferramenta de trabalho, é uma maneira de analisar o documento, é uma maneira de analisar uma determinada situação, um movimento social, um fato, é um instrumento de pesquisa” (PIRES, 2018, p. 40 – 41).

Assim, com o auxílio do Paradigma Indiciário de Análise (Ginzburg, 1989, 2007) que “propõe uma metodologia de análise própria das Ciências Humanas” (Sadalla; Sá-Chaves, 2008, p. 197), todo material utilizado como fonte de dados foi lido cuidadosamente a fim de identificarmos as categorias dos indícios de aprendizagem.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analizamos os 5 MCs construídos por cada subgrupo, dos grupos A e B, assim como as respostas inseridas (*post its*) no próprio jogo do tabuleiro, a fim de relacionarmos as informações e respostas. Cada grupo (A e B) recebeu um tabuleiro no qual os integrantes poderiam inserir as suas respostas após pesquisas, discussões e busca pelo consenso. Cabe ressaltar que, no tabuleiro, todos os grupos tinham informações sobre os outros temas/subgrupos, o que auxiliou a produção dos MCs, conforme Figura 29 a seguir.

FIGURA 29. Tabuleiro com as respostas do jogo - grupo B



Fonte: Autoria própria.

Durante todo o tempo em que o jogo foi executado, os estudantes poderiam analisar as respostas ali escritas e se apoiarem para responder novas questões, porém não era permitido alterá-las. Esta regra foi criada para que pudessem identificar o desenvolvimento conceitual durante sua execução.

Como o jogo *ISOGAMES* foi construído com a finalidade de romper as fronteiras do conhecimento científico disciplinar, os estudantes foram intencionalmente estimulados a relacionar conceitos de Química com saúde humana.

Entendemos, assim como a UNESCO (2005), que o paradigma disciplinar, como modo de organizar os conteúdos escolares, não leva em consideração as demandas formativas impostas pela sociedade do conhecimento. Morin (2002) também afirma que a realidade, repleta de fenômenos complexos – questões ambientais, problemas relacionados à saúde e avanços da tecnologia – relacionados entre si, exige que um indivíduo consiga articular, crítica e criativamente, os seus conhecimentos. Somente desta maneira, poderá ter consequências reais na sociedade e para a vida dos indivíduos.

Considerando estes aspectos, o enfoque interdisciplinar foi adotado na construção do jogo e os MCs puderam auxiliar na identificação dos indícios de aprendizagem.

A busca de indícios para a ocorrência de uma aprendizagem não é uma tarefa simples. Verificar se uma aprendizagem ocorreu implica uma compreensão no domínio dos significados.

Fizemos uma análise minuciosa dos MCs dos subgrupos dos grupos A e B e, a partir de então, decidimos apresentar os dados do grupo B, já que expressam respostas com maior detalhamento de ideias, embora sejam similares as do grupo A. Assim, foram construídos MCs, a partir destes, pela pesquisadora, para cada temática, e identificadas as seguintes categorias de indícios de aprendizagem:

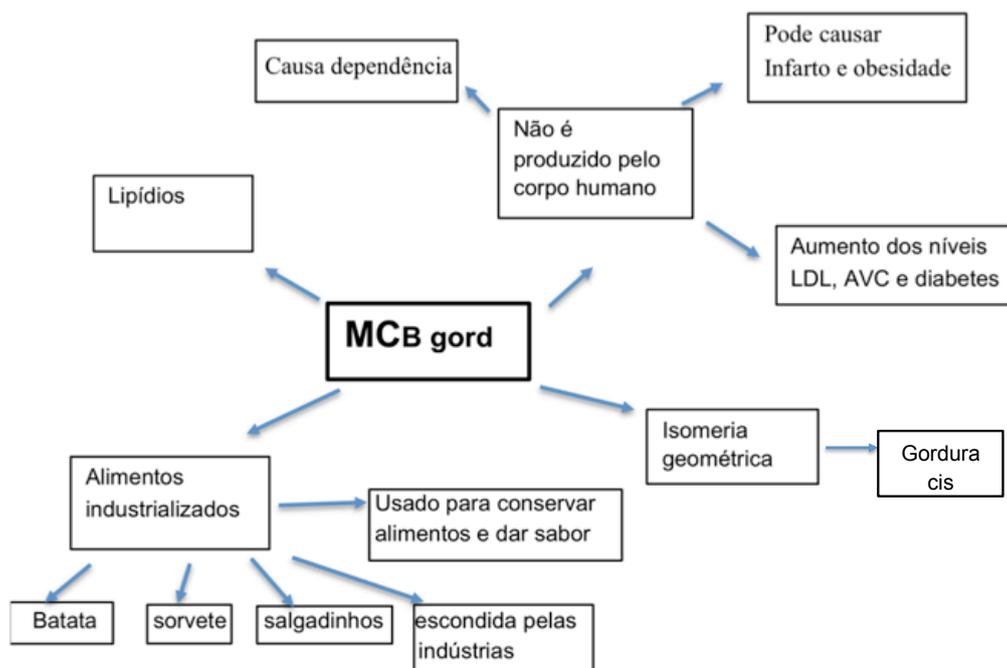
- 1) Desenvolvimento da criticidade;
- 2) Entendimento conceitual disciplinar: Química (isomeria e enantiômeros);
- 3) Construção de significados interdisciplinares e contextuais sobre a isomeria em compostos orgânicos.

De acordo com o estudo das temáticas, cada uma destas categorias serão discutidas, a seguir. Conforme descrito anteriormente, para a análise dos MCs, fizemos uso do mesmo recurso para organizar e representar as ideias expostas. Assim, decidimos criar simbologias a fim de facilitar a visualização dos MCs: gor=gordura trans; adr=adrenalina; asp=aspartame; vit=vitamina C.

6.1 Gorduras Trans

Na Figura 30, a seguir, apresentamos os indícios de aprendizagem referentes à gorduras trans.

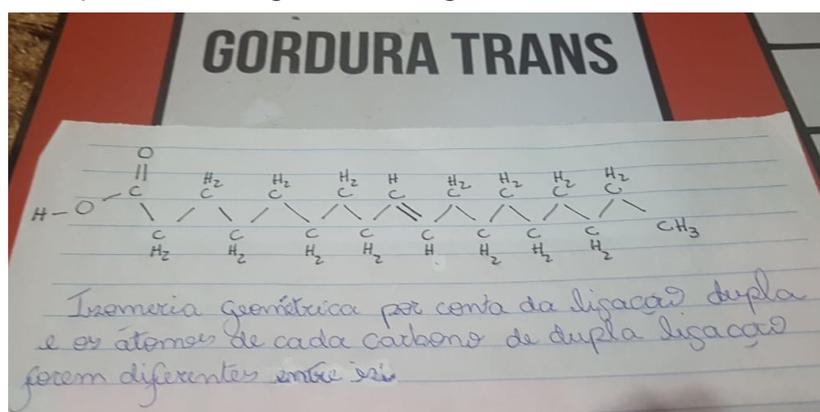
FIGURA 30. Análise dos MC_s e os indícios de aprendizagem referentes à gordura trans



Fonte: Autoria própria

Nesse MC podemos identificar a presença das três categorias de indícios de aprendizagem. A 1ª, **desenvolvimento de criticidade**, pois ao analisarem rótulos de produtos, constataram que a informação – gordura trans – se encontra “escondida pelas indústrias”. Além disso, mesmo sendo prejudicial a saúde, a utilização de gordura trans nos produtos industriais tem relevância (“conservar alimentos e dar sabor”) e aplicabilidade (“batata, sorvete e salgadinhos”). No que diz respeito à 2ª categoria, **entendimento conceitual disciplinar**, os integrantes do grupo B reconheceram que se trata de um composto isomérico de classificação “geométrica”, além de perceberem que esse tipo de isomeria também possui a “gordura cis”, conforme Figura 31 a seguir.

FIGURA 31. Representação da isomeria geométrica da gordura trans



Fonte: Autoria própria

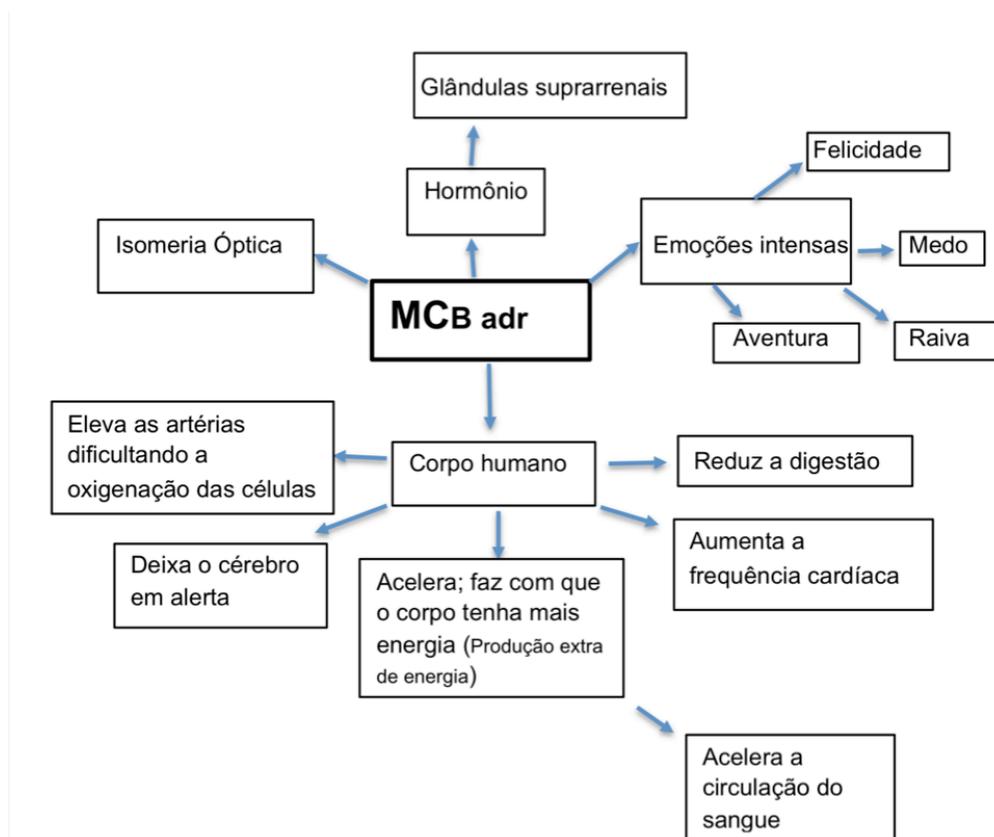
Também houve **construção de significados interdisciplinares e contextuais**, já que relacionaram a gordura trans com “lipídios” e sua reação no organismo ao articularem conceitos de biologia e bioquímica.

Portanto, podemos inferir que os estudantes conseguiram visualizar, de forma ampla, as vantagens e os perigos do uso da gordura trans sem esquecer do fenômeno isomerismo, conceito de fundamental importância do ponto de vista conceitual da área de Química. Ressaltamos que a construção de significados com base no enfoque interdisciplinar amplia a significação de conceitos científicos e reduz a distorção gerada no contexto disciplinar tradicional com fragmentação dos conhecimentos.

6.2 Adrenalina

A seguir, apresentamos a Figura 32 que indica os indícios de aprendizagem do subgrupo responsável pelo tema adrenalina.

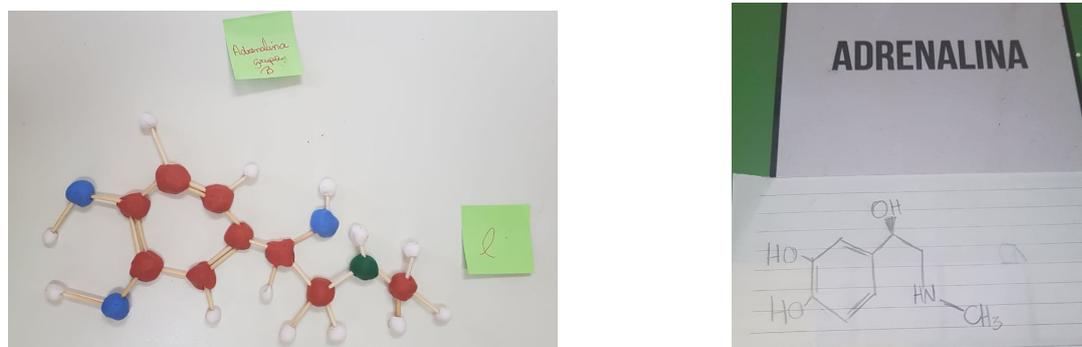
FIGURA 32. Análise dos MC_s e os indícios de aprendizagem referentes à adrenalina



Fonte: Autoria própria.

Neste MC identificamos a prevalência de duas categorias (2^a e 3^a) de indícios de aprendizagem. Na 2^a (**entendimento conceitual disciplinar**), estudantes reconheceram que se trata de um composto isomérico de classificação óptica, conforme Figura 33 que segue.

FIGURA 33. Representação da isomeria geométrica da adrenalina



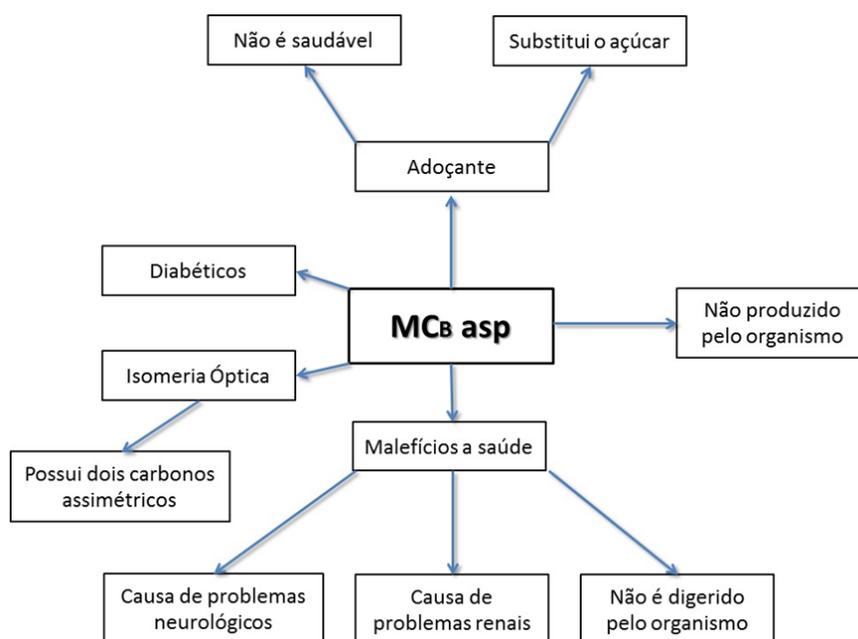
Fonte: Autoria própria.

Entretanto, sobressaem os apontamentos sobre as ações da adrenalina no corpo humano como por exemplo “deixa o cérebro em alerta”, “acelera a circulação do sangue”, “reduz a digestão”. Tais correlações referem-se à **construção de significados interdisciplinares e contextuais** – Química e Biologia – o que deu significado ao conteúdo estudado (isomeria em compostos orgânicos) e reforçou que a interdisciplinaridade pode ser uma abordagem teórica e metodológica possível de ser concretizada em sala de aula. Segundo Correia; Donner Jr; Infante-Malachias (2008, p.484) é preciso valorizar o “[...]desenvolvimento de competências e habilidades que permitam aos estudantes compreender e utilizar o conhecimento científico como elemento de interpretação de fenômenos cotidianos e de intervenção na realidade” o que foi alcançado com a aplicação dessa jogo didático, pois a isomeria em compostos orgânicos foi estudada de forma contextual.

6.3 Aspartame

Na sequência, apresentamos o MC referente ao tema aspartame, conforme Figura 34 que segue.

FIGURA 34. Análise dos MCs e os indícios de aprendizagem referentes ao aspartame

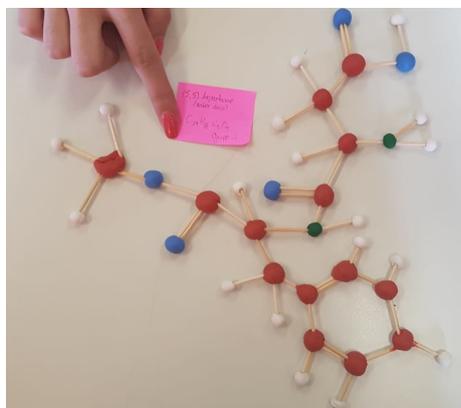


Fonte: Autoria própria

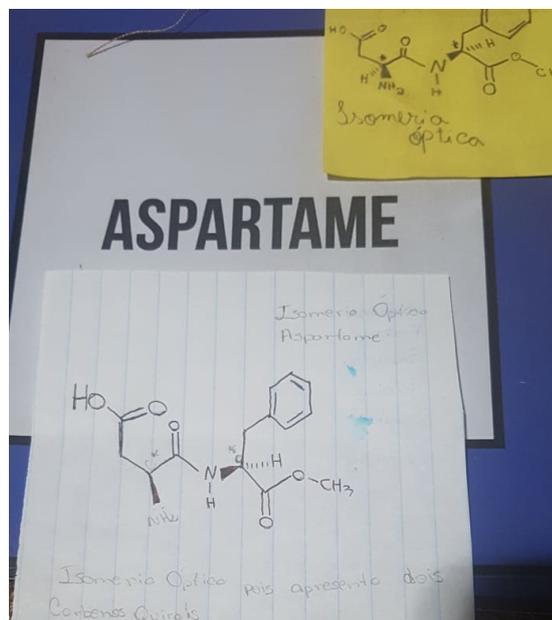
Assim como discutido com relação à adrenalina, também identificamos duas categorias que são ressaltadas no tema aspartame; a categoria 2 (**entendimento conceitual**

disciplinar), pois os alunos conseguiram identificar que o composto se tratava de isomeria óptica e também constataram que a molécula apresentava 2 carbonos assimétricos (o carbono assimétrico ou quiral é o que caracteriza um composto apresentar isomeria óptica), conforme Figura 35 que segue.

FIGURA 35. Representação da isomeria óptica do aspartame



Fonte: Autoria própria



Já sobre a categoria 3 (**construção de significados interdisciplinares e contextuais**), o grupo conseguiu relacionar a atuação do aspartame no organismo. Conforme excertos descritos por eles “não é digerido pelo organismo” e “causa problemas neurológicos” fica evidente a correlação/articulação entre Química e Biologia.

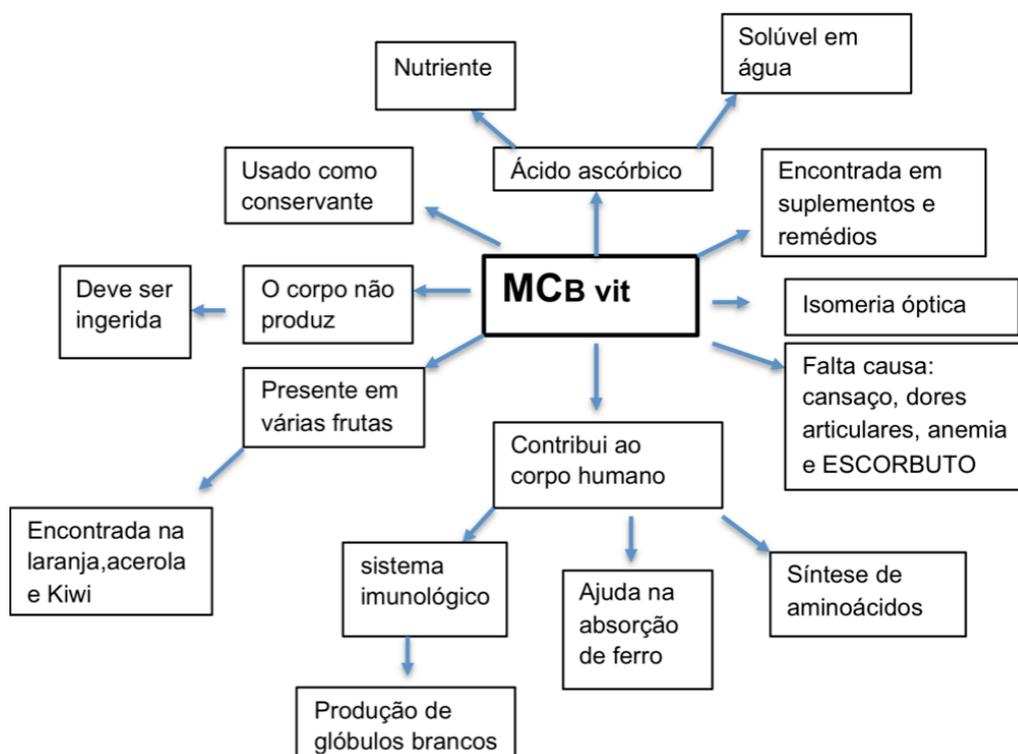
Também neste caso identificamos a articulação dos conhecimentos disciplinares (isomeria óptica) com temas complexos, como problemas relacionados à saúde humana. De acordo com Correia; Donner Jr; Infante-Malachias (2008)

as práticas interdisciplinares evitam que os alunos construam uma visão reducionista das ciências naturais, bem como permitem utilizar assuntos mais interessantes para contextualizar as aulas, favorecendo a integração de conteúdos e expondo os alunos à complexidade do processo de geração do conhecimento. A combinação dessas vantagens pode tornar mais significativa a aprendizagem dos conceitos científicos, despertando o interesse dos alunos para as ciências naturais (CORREIA; DONNER JR; INFANTE-MALACHIAS, 2008, p. 485).

6.4 Vitamina C

Por fim, apresentamos o MC sobre a vitamina C e os indícios de aprendizagem, conforme Figura 36 a seguir.

FIGURA 36. Análise dos MCs e os indícios de aprendizagem referentes à vitamina C



Fonte: Autoria própria

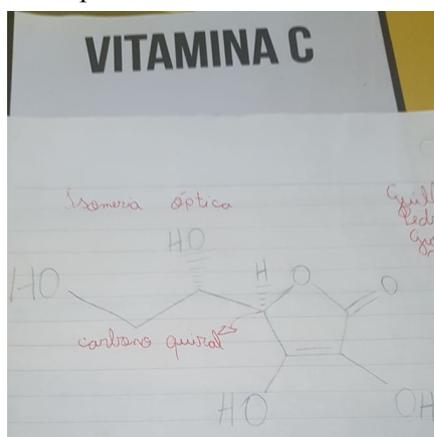
No MC construído sobre a vitamina C, a categoria 3 (**construção de significados interdisciplinares e contextuais**) foi amplamente explicitada, pois os estudantes relacionaram sua atuação no organismo ao afirmarem que “contribui ao corpo humano”, “sistema imunológico” e “produção de glóbulos brancos”, com o que a falta dela pode ocasionar, como por exemplo, “cansaço, dores articulares, anemia e ESCORBUTO” e que é necessário a sua ingestão para o bom funcionamento do organismo.

Cabe destacar que os estudantes conseguiram associar conteúdos que estavam aprendendo em Biologia (quando mencionaram os aminoácidos e os glóbulos brancos) com o conteúdo de isomeria, pois entenderam como a estrutura da molécula atua no corpo humano.

A categoria 1 (**desenvolvimento de criticidade**) também foi identificada, já que interpretaram e analisaram criticamente que muitos produtos industrializados apresentam a

informação na embalagem que contém a vitamina C dada sua importância para a saúde. Na 2ª categoria (**entendimento conceitual disciplinar**) reconheceram o isomerismo óptico da molécula, conforme Figura 37 que segue.

FIGURA 37. Representação da isomeria óptica da vitamina C



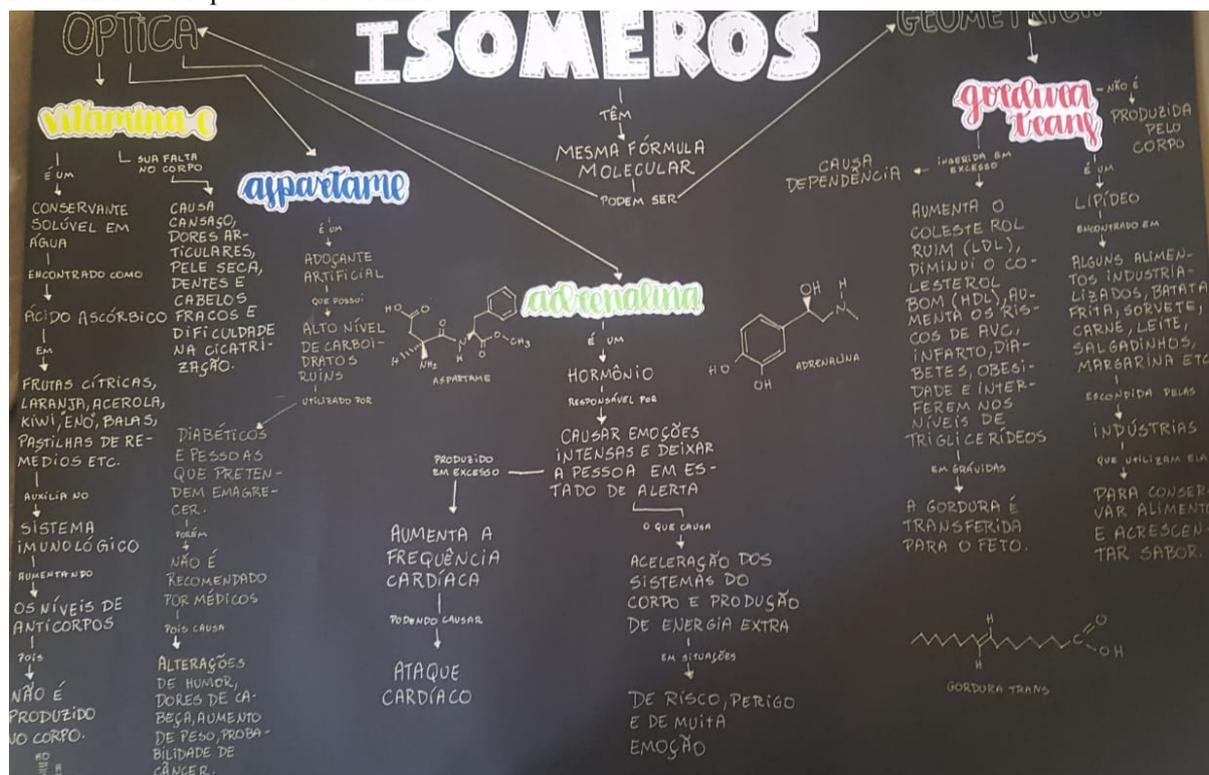
Fonte: Autoria própria

A análise realizada até então indica que as práticas interdisciplinares evitam que os estudantes construam uma visão reducionista da Ciência, despertam o interesse dos mesmos para fenômenos complexos que envolvem diversos conhecimentos, sejam eles disciplinares ou não e favorecem a formação crítica e reflexiva.

6.5 O Mapa Conceitual final

No que diz respeito ao MC final, conforme Figura 38, dois estudantes ficaram incumbidos de produzi-los e, os demais, auxiliaram com a seleção das informações consideradas relevantes. Para tanto, tiveram em mãos o tabuleiro com os *post its* e os demais MCs desenvolvidos durante toda a aplicação do jogo.

FIGURA 38. Mapa Conceitual final



Fonte: Autoria própria

Ao analisarmos este MC final, constatamos a sua complexidade de informações apresentadas e correlatas. Podemos destacar a presença da interdisciplinaridade em diversas relações, como: “vitamina C – ácido ascórbico – conservante solúvel em água – aumenta os níveis de anticorpos”; “aspartame – alto nível de carboidratos ruins – causam probabilidade de câncer”; “adrenalina – hormônio – produção de energia extra”; “gordura trans – lipídeo – alimentos industrializados – causa dependência”. Entendemos, assim como Vekiri (2002) que, ao construir seu próprio MC, os estudantes precisam desenvolver uma compreensão sobre os conceitos para poderem representar seus conhecimentos. De acordo com Tavares (2007)

quando um especialista constrói um mapa ele expressa a sua visão madura e profunda sobre um tema. Por outro lado, quando um aprendiz constrói o seu mapa conceitual ele desenvolve e exercita a sua capacidade de perceber as generalidades e peculiaridades do tema escolhido (TAVARES, 2007, p. 85).

Dessa forma, entendemos que o jogo facilitou o aprendizado dos conteúdos envolvidos a partir de uma abordagem interdisciplinar que imprime a “lógica da invenção, da descoberta, da pesquisa, da produção científica, porém gestada num ato de vontade, num desejo planejado e construído em liberdade (FAZENDA, 2002, p. 14).

6.6 Indícios de aprendizagem revelados nas falas e nas questões-problemas

Juntamente com os MCs de cada uma das temáticas que representam todo o processo de construção de conhecimento e que revelaram indícios de aprendizagem, também analisamos excertos das falas dos estudantes e as respostas para as questões-problema que deram fechamento ao jogo.

Partimos do princípio que entender o processo de construção de significados é tão importante quanto o final. O estudante, como protagonista de todo o processo de aprendizagem, é ativo e interage com os colegas e com o professor. A valorização da voz dos estudantes implica que a linguagem tem a função de representar os conceitos e expressá-los, permitindo a comunicação (MACHADO, 1999). Assim, entendemos tal como Correia *et.al* (2010) que

tornar o estudante um participante ativo no processo significa, primeiramente, a valorização de suas concepções prévias, utilizando-as como ponto de partida para a construção de novos conhecimentos e tornando a evolução conceitual um produto da interação das concepções prévias com as novas experiências (Correia *et.al*, 2010, p. 85).

No primeiro dia de aplicação do jogo que se iniciou com a carta “Pense Rápido”, foi apresentada a questão: “Escreva uma palavra-chave que represente o entendimento do grupo sobre: Adrenalina, Aspartame, Gordura trans e Vitamina C”. As respostas foram: Hormônio, Adoçante, Lipídeos e Laranja, respectivamente. Ressaltamos que ambos os grupos (A e B) responderam igualmente, o que pode ser deduzido que o conhecimento prévio é o mesmo. Também destacamos a importância desses conhecimentos prévios, já que podem ser considerados como ponte entre estes e os novos conhecimentos.

Para a segunda carta, também denominada “Pense rápido”, mas com cartas diferentes para cada tema, obtivemos como respostas:

Questão: Onde são encontradas as gorduras trans?

Resposta: Batatas fritas, sorvetes, salgadinhos e manteiga.

Questão: Em quais situações podemos dizer que há estímulo da produção de adrenalina?

Resposta: Quanto tem uma emoção muito intensa como raiva, felicidade e medo.

Questão: O que leva as pessoas a substituírem o açúcar pelo aspartame?

Resposta: Pessoas que desejam emagrecer; diabéticas.

Questão: Onde pode ser encontrada a vitamina C?

Resposta: Acerola, laranja e remédio.

A partir do segundo dia da aplicação do jogo, identificamos uma evolução de ideias no conteúdo das respostas, além do interesse e motivação de vários estudantes para responderem, de forma mais elaborada, a fim de colaborar com seu grupo. Destacamos dois subgrupos, adrenalina e vitamina C que, por conta própria, já haviam pesquisados curiosidades sobre o tema. Assim como Mortimer (2000) acreditamos que as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel importante no processo de aprendizagem e que seu envolvimento ativo favorece a construção do conhecimento.

Na quarta carta “Usando o Celular”, os estudantes/subgrupos pesquisaram, socializaram os resultados e formularam as respostas que seriam apresentadas para todos. Segue uma foto (Figura 39) que representa a participação ativa dos estudantes na qual os estudantes fizeram a investigação com o auxílio dos celulares.

FIGURA 39. Estudantes investigando com uso dos celulares



Fonte: Autoria própria

O subgrupo (gordura trans) apresentou a seguinte resposta:

O corpo não está acostumado a digerir a gordura trans e isso pode auxiliar nas possíveis doenças cardíacas. Aumenta o nível do colesterol ruim LDL e diminui o nível do colesterol bom HDL. Pode provocar AVC, obesidade, gordura localizada, perda de memória, diabetes e prejudicar a circulação sanguínea.

Já o grupo da Vitamina C, relatou:

Essa vitamina não é produzida pelo corpo humano. Precisa ser ingerida. Quando ingerida age no sistema imunológico melhorando a pele e evita problemas na visão. Participa de várias funções importantes no organismo além de ser um antioxidante.

Analisando estas duas falas (gorduras trans e vitamina C) percebemos que, com a execução do jogo, houve um avanço na perspectiva da aprendizagem do conteúdo estudado. Os estudantes estavam envolvidos e não dispersos. De acordo com Oliveira *et.al.* (2018, p. 92) “a atividade lúdica ganha intencionalidade quando o professor consegue estimular nos alunos o fazer (brincar) com prazer, direcionando o jogo como mecanismo para fazê-lo aprender”.

Na quinta carta foi solicitado aos estudantes que relatassem os malefícios dos temas destinados a cada subgrupo (Adrenalina, Aspartame, Gordura trans e Vitamina C) e obtivemos as respostas, conforme seguem.

O nosso corpo não sintetiza a gordura trans. No corpo humano sobrecarrega o fígado aumentando o nível do colesterol ruim LDL e alguns estudos relatam que reduz o nível do colesterol bom HDL. Aumenta a gordura abdominal, acumula nas veias formando placas de gorduras o que prejudica a circulação sanguínea. Pode causar problemas como pressão alta, AVC e diabetes (Subgrupo gor).

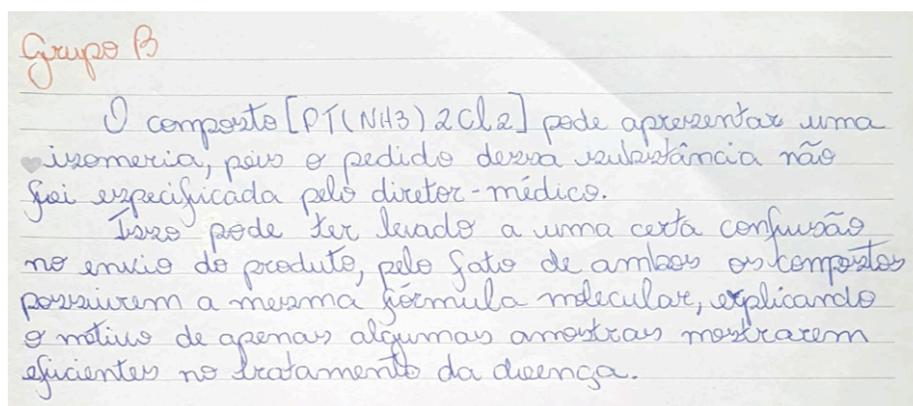
Os problemas ligados ao aspartame aparecem vagarosamente e silenciosamente por isso que é tão perigoso. Quando ingeridos em grandes quantidades, por exemplo quem adoça praticamente tudo com esse tipo de adoçante, podem desenvolver problemas renais e cerebrais. Favorece o acúmulo de toxinas no fígado o que pode causar dor de cabeça. Ele é classificado como uma toxina cerebral. O aspartame é constituído pela fenilalanina e por metanol que pode ocasionar envenenamento e alergias. O problema do metanol é que quando aquecemos a 30°C ele se converte em ácido metanóico e formol e daí que está o problema porque o nosso corpo naturalmente está na temperatura de 36°C. Então vocês imaginam o que acontece quando ingerido (Subgrupo asp).

Após estes depoimentos, alguns estudantes ficaram surpresos e começaram a questionar tanto aos colegas quanto ao professor. Foi um momento rico de troca de ideias. Acreditamos que a existência de regras, a liberdade controlada do jogo e o divertimento que está implícito em uma atividade lúdica favorecem a motivação e o interesse pelos estudantes. E, concordamos com Neto e De Moradillo (2018) que o papel do jogo na adolescência deve ser pensado

como um atalho para o desenvolvimento da atividade de estudo. Explicando melhor, o jogo precisa ser uma forma do estudante cortar caminho e interessar-se pelo conteúdo científico de modo que, ao final do processo educativo, seu interesse e motivação precisa ser pelo conteúdo estudado e não pelo jogo (NETO; DE MORADILLO, 2018, p. 671).

Já as “questões-problema”, entendidas como questões abertas que podem gerar uma compreensão mais ampla do assunto estudado sobre um mesmo fenômeno e que implica um diálogo constante entre alunos e professor para gerar reflexões” (KÜLL, 2018), foram apresentadas aos estudantes ao final do jogo para salientar a compreensão do conteúdo disciplinar, mas também interdisciplinar. Os estudantes elaboraram a seguinte resposta escrita para a primeira questão:

FIGURA 40. Resposta dos estudantes para a questão-problema 1



Grupo B

O composto $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ pode apresentar uma isomeria, pois o pedido dessa substância não foi especificado pelo diretor-médico. Isso pode ter levado a uma certa confusão no envio do produto, pelo fato de ambos os compostos possuírem a mesma fórmula molecular, explicando o motivo de apenas algumas amostras mostrarem eficientes no tratamento da doença.

Questão-problema 1: Para o tratamento antitumoral em pacientes em estado inicial, o diretor-médico de um importante hospital da Região Metropolitana de Campinas fez um pedido de determinada substância a um laboratório químico da região, expressando no fax enviado apenas a fórmula “molecular” do composto: $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$. O envio do produto químico foi feito, mas apenas algumas amostras mostraram se mostraram eficientes no tratamento da doença. O que pode ter ocorrido? (adaptado de SIMÕES; CAMPOS; MARCELINO, 2016).

Avaliamos que os estudantes identificaram que, nesse caso, ocorreu o fenômeno do isomerismo e que se tratava de substâncias distintas com funções e aplicações diferentes. Por outro lado, surpreenderam-se ao perceberem que se relacionava a um composto inorgânico.

Entendemos que esta questão-problema permitiu aos estudantes identificar a ocorrência da isomeria em compostos orgânicos, mas também inorgânicos, evitando assim um reducionismo do conceito de isômeros por restringir-se apenas a um grupo de substâncias. De acordo com Simões; Campos e Marcelino (2016) esse reducionismo pode contribuir para

- i) associação conceitual equivocada; ii) desvalorização das relações históricas e epistemológicas no desenvolvimento desse conceito; e iii) comprometimento de outros importantes aspectos da isomeria, como as características, propriedades e aplicações de complexos inorgânicos isoméricos (SIMÕES; CAMPOS; MARCELINO, 2016, p. 328).

Para a questão-problema 2, os estudantes propuseram ações com articulação de todos os temas discutidos (vitamina C, gorduras trans, aspartame e adrenalina), conforme Figura 41 a seguir.

FIGURA 41. Resposta dos estudantes para a questão-problema 2: causas e solução do problema da cidade

Com o desenvolvimento da cidade, e a construção de novas avenidas, presume-se que houve redução das áreas agrícolas. Devido a este fato, os moradores diminuíram seu consumo de frutas e legumes, optando por alimentos industrializados, fast-foods etc, pela praticidade e pelo sabor.

Pela influência da "moda" fitness e a indústria da indústria diet e light, as pessoas substituíram o açúcar por adoçantes em sua alimentação.

Em relação a construção de avenidas, o trânsito se tornou algo caótico, provocando fortes emoções nos motoristas.

Em cada uma dessas situações, houve uma diminuição na qualidade de vida, por exemplo: a redução do consumo de **Vitamina C**, pela preferência de alimentos industrializados com alto teor de **gorduras trans**. O **aspartame** passou a compor a rotina alimentar daqueles que substituíram o açúcar. O trânsito trouxe à tona o estresse que desencadeia a **adrenalina**.

grupo B - soluções

UMA SOLUÇÃO SERIA A ADAPTAÇÃO DE ALGUNS RESTAURANTES COM ALIMENTOS MAIS SAUDÁVEIS E COM MAIS PRATICIDADE, COMO UMA ALTERNATIVA OS RESTAURANTES PODERIAM SUBSTITUIR O USO DA GORDURA TRANS PARA A GORDURA CIS EM ALGUNS ALIMENTOS, PROPORCIONANDO MELHORIAS, MESMO QUE MÍNIMAS.

DIMINUIR O USO DE ASPARTAME E SUBSTITUIR COM ALGUNS TIPOS DE AÇÚCARES ESPECÍFICOS COMO: ESTEVIÁ, MÚLTUO, AÇÚCAR DE COCO E AGAVE PARA UMA MAIOR QUALIDADE DE VIDA.

INCENTIVAR A PRÁTICA DE ATIVIDADES FÍSICAS DIMINUINDO O STRESS DOS HABITANTES E TAMBÉM AUMENTANDO O USO DE BICICLETAS, TORNANDO ASSIM O TRÂNSITO MENOS ESTRESSANTE.

COM RELAÇÃO A VITAMINA C, RECOMENDA-SE A INGESTÃO DE CÁPSULAS COM ESSA VITAMINA, PROMOVENDO CAMPANHAS PARA O CONSUMO DAS CÁPSULAS.

COM AS SOLUÇÕES PROPOSTAS A CIDADE PODERIA RETORNAR A QUALIDADE DE VIDA E CHEGAR EM UMA POSIÇÃO MAIOR NO RANKING.

Questão-problema 2: A cidade Isomerópolis, localizada no interior do Estado de SP, sempre se manteve entre as 3 melhores para se viver de acordo com o ranking de qualidade de vida. Nos últimos 2 anos, novos empreendimentos deixaram os habitantes desta pequena cidade muito felizes por causa da inauguração de um shopping center, novas avenidas foram construídas bem como a instalação de uma indústria de produtos da linha diet e light. Este panorama estava indicando um futuro promissor a todos moradores e começando a atrair novos habitantes. Porém, no último resultado do ranking de qualidade de vida, esta cidade caiu para a posição vigésima (20ª) o que deixou a todos preocupados. De acordo com o cenário descrito, identifique as possíveis causas desse resultado negativo e proponha, segundo os seus conhecimentos em Química, possíveis soluções para a problemática a fim de que a cidade volte a posição de destaque no ranking de qualidade de vida.

Evidenciam-se nestas respostas, correlações entre ideias e fatos, causas e soluções, a partir de uma perspectiva interdisciplinar, conforme destacaremos no Quadro 1 a seguir.

QUADRO 1. Relação entre causas e soluções do problema da cidade

Causas	Soluções
- Redução das áreas agrícolas, diminuição do consumo de frutas e legumes e aumento de fast-food;	- Adaptação dos restaurantes com alimentos mais saudáveis e substituição do uso das gorduras trans pelas gorduras cis;
- Substituição do açúcar pelo aspartame na alimentação devido a “moda” fitness;	- Diminuição do uso de aspartame e substituição por outros específicos (açúcar de côco);
- Desvantagem na qualidade de vida: preferência por produto industrializado, o aspartame passou a fazer parte da rotina, o trânsito gerou estresse.	- Retorno a qualidade de vida: prática de esportes e ingestão de cápsulas de vitamina C.

Fonte: Autoria própria

A abordagem do conteúdo de isomeria a partir de temas que envolvem ações cotidianas e comuns às pessoas permitiu aos estudantes buscar explicações para as causas e favorecer a reflexão para gerar soluções. Além disso, o uso de questões-problema “permitiu constatar a sua potencialidade no ensino de isomeria, tanto para a formação conceitual quanto para modificar um pouco o ambiente clássico das salas de aula” (Simões; Campos; Marcelino, 2013, p. 344) restritas a lousa/quadro e giz/pincel. Portanto,

a construção de significados com base no enfoque interdisciplinar amplia a significação de conceitos científicos e reduz a distorção gerada no contexto disciplinar tradicional, no qual a “ciência escolar” apresenta pouca relação com a “ciência dos cientistas”, responsável pelos recentes avanços tecnológicos (CORREIA; DONNER JR; INFANTE-MALACHIAS, 2008, p. 485).

Por fim, concordamos com Tavares (2007) que a escola deve propiciar o acesso à meta-aprendizagem, o saber aprender a aprender, já que torna possível ao estudante a compreensão da estrutura de determinado assunto.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos resultados podemos afirmar que o jogo didático *ISOGAMES* revelou contribuição e potencial para a aprendizagem de conceitos, mais especificamente, sobre a isomeria em compostos orgânicos. Este jogo diferencia-se pela sua abordagem interdisciplinar e investigativa a partir de questões-problema, tendo em vista que a atuação dos estudantes, em grupo, estimulou e favoreceu sua participação nas aulas, de forma mais ativa, pois se sentiam motivados.

As contribuições teóricas desta pesquisa foram imensuráveis, visto que trabalhar de forma interdisciplinar um conteúdo tão temível pelos estudantes, com desenvolvimento de um produto educacional, no caso o jogo didático *ISOGAMES*, atingiu novos conhecimentos, favoreceu a capacidade argumentativa, a visão espacial e a criticidade.

É importante ressaltar também, como contribuição para a prática docente, a formação continuada do professor que procura transmutar suas concepções de ensino bem como novas ações para tornar o processo de aprendizagem mais fácil e agradável aos estudantes. As estratégias de ensino e os instrumentos de avaliação precisam ser alinhados aos métodos selecionados pelo professor com o intuito de promover a aprendizagem.

Uma das possibilidades para novas aplicações desse jogo é a adaptação das temáticas (adrenalina, vitamina C, aspartame e gorduras trans) por outras, como por exemplo: morfina, talidomida, anfetamina, entre outros. Dessa forma, cabe ao professor a escolha de novos temas. Além disto, no tabuleiro, não há necessidade de os temas serem definidos e registrados, previamente. Assim, sugerimos deixar “em branco” a escrita dos temas para que o professor possa fazer substituições e reutilizá-lo diversas vezes.

O jogo didático *ISOGAMES* facilitou o protagonismo dos estudantes, pois algumas habilidades e competências fundamentais para o ensino de isomeria foram desenvolvidos ao longo de sua execução, como a capacidade de relacionar os conhecimentos prévios com os conhecimentos científicos e ainda aplicá-los no seu cotidiano, visto que levantaram questionamentos sobre os temas discutidos e sua função. Sendo assim, acreditamos que o papel do professor em uma atividade lúdica é fundamental, no sentido de promover avanços na apropriação do conteúdo científico pelos estudantes.

A relevância do uso de jogos didáticos em sala de aula reside no fato de remeter a um contexto onde os alunos estão cada vez mais desmobilizados e, também, por propiciar aos professores de Química um recurso pedagógico para melhorar a qualidade de seu ensino, já

que os conceitos em isomeria necessitam de uma abordagem que facilite a representação tridimensional das moléculas e, para tanto, cabe ao professor desenvolver habilidades visioespaciais dos estudantes (SIMÕES *et. al.*, 2016).

Concordamos com Correia; Donner Jr; Infante-Malachias (2008, p. 489) que “ensinar os estudantes a elaborarem os seus próprios MCs é uma poderosa estratégia meta-cognitiva, fazendo com que os alunos pensem sobre o que aprenderam e sobre como aprenderam”. Assim, os MCs construídos pelos estudantes indicaram suas percepções de quebra das “fronteiras disciplinares”, gerando possibilidade de aprender de forma interdisciplinar. Além disso, apresentaram-se como um instrumento de negociação de significados, já que favoreceu a interação entre pares na situação do jogo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, J.A. **História da disciplina escolar química: o caso de uma instituição de ensino secundário de Santa Catarina - 1909-1942**. 2006. Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- ALVES, E. M. S. **Ludicidade e o Ensino de Matemática**. Papirus Editora, 2008.
- ALVES, L. Jogos eletrônicos e violência: um caleidoscópio de imagens. **Revista da FAEEBA–Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 13, n. 22, p. 365-373, 2004.
- ANVISA. Ministério da Saúde. **Considerações sobre o Uso do Edulcorante Aspartame em Alimentos**. Informe Técnico nº 17, de 19 de janeiro de 2006. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/ALIMENTOS/informes/17_190106.htm> Acesso: 1 mai. 2020.
- ARENHART, M., BALBINOT, E. L., BATISTA, C. P., PROCHNOW, L. R., MARQUES, E. B., DE AMARANTE PORTELLA, E.; BLASI, T. C. A realidade das gorduras trans: conhecimento ou desconhecimento. **Disciplinarum Scientia/Saúde**, 10(1), 59-68, 2016.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva, Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- BAPTISTA, L. M. T. R. Paradigma indiciário: contribuições para a investigação da construção das identidades de futuros professores de línguas. **Signótica**, v. 27, n. 2, p. 565-582, 2015.
- BARBOSA, R. M .N.; JÓFILI, Z. M. S. Aprendizagem cooperativa e ensino de química – Parceria que dá certo. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 10, n. 1, p. 55-61, 2004.
- BENEDICTO, E. C. P. **Humor no Ensino de Química**, Instituto de Química de São Carlos (USP), 2013.
- BRASIL. Medida Provisória n.1.569-9, de 11 de dezembro de 1997. Estabelece multa em operações de importação, e da outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 1997. Seção 1, p. 29514.
- BRAYNER, A. R. A.; MEDEIROS, C. B. Incorporação do tempo em SGB orientado a objetos. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS**, 9, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 1994. p. 16-29.
- CHASSOT, A. I. Uma história da educação química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores. **Episteme**, v. 1, n. 2, p. 129-146, 1996.
- COSENZA, R.; GUERRA, L. **Neurociência e Educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CORREIA, M. E. A.; DE FREITAS, J. C. R.; DE FREITAS, J. J. R.; DE FREITAS FILHO, J. R. Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos estudantes do ensino médio e evolução conceitual. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 83-100, 2010.

CORREIA, P. R. M.; DONNER JR, J. W. A; INFANTE-MALACHIAS, M. E. Mapeamento conceitual como estratégia para romper fronteiras disciplinares: a isomeria nos sistemas biológicos. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 14, n. 3, p. 483-495, 2008.

CUNHA, A. G. **Dicionário Etimológico Nova Fronteira da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

CUNHA, M.B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DA FONSECA ANTUNES, B.; PEREIRA, J. R.; BOHMER, B. W.; JANSEN, C.; OTERO, D. M.; ZAMBLAZI, R. C. Determinação de Vitamina C e Atividade Antioxidante de Frutas Nativas do Brasil. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, 1300-1310, 2017.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro**. Edições Loyola, 2002.

FREITAS, M. A. S. Os estudos hermenêuticos e a sua contribuição na avaliação da aprendizagem que ocorre em ambientes de formação online. In. MERCADO, L. P. L. (Org.). **Fundamentos e práticas na educação a distância**. Maceió: EDUFAL, 2009, p.79-92.

FREITAS, A. S.; ARAÚJO, A. B. Edulcorante artificial: Aspartame - uma revisão de literatura. **Pindorama**, p. 11-11, 2018.

GARCEZ, E. S. C. **Jogos e atividades lúdicas em ensino de química: um estudo estado da arte**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

GARCIA, J. C. R. Revista científicas eletrônicas: discussões em sete momentos. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 40, n. 1, jan./abr. 2011, p. 3-7.

GERHARDT, T.; SILVEIRA, D. T. S. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GINZBURG, C. **Mitos, Emblemas e Sinais: morfologia e história**. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

_____. **O fio e os rastros: verdadeiro, falso, fictício**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

KISHIMOTO, T. M. **O Brincar e suas teorias**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

_____. **Jogos infantis: o jogo, a criança e a educação**. 2009.

KÜLL, C. R. **Problematizar situações de ensino e desenvolver habilidades cognitivas: estudo sobre a importância das folhas para a planta e o ambiente**. Dissertação (Mestrado em Educação), Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação, PPGPE, UFSCar, São Carlos, 2018.

LIMA, J. A. O. Pesquisa-ação em Ciência da Informação. In: MULLER, S. P. M. (Org.). **Métodos para a pesquisa em Ciência da Informação**. Brasília: Thesaurus, 2007. cap. 3, p. 63-82.

LOPES, A. R. C. A disciplina Química: currículo, epistemologia e história. **Episteme**, v. 3, n. 5, p. 119-142, 1998.

LOPES, M. G. **Jogos na Educação: criar, fazer e jogar**. 4ª Edição revista, São Paulo: Cortez, 2001.

LUCKESI, C. C. O que é mesmo o ato de avaliar a aprendizagem. **Revista Pátio**, ano 3, nº12. fev/abr 2000.

MACEDO, E.; LOPES, A. R. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das ciências. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Disciplinas e integração curricular: história e políticas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. p. 73-94.

MACHADO, A. H. **Aula de Química: discurso e conhecimento**. Ijuí: Ed da Unijuí, 1999.

MENDONÇA, E. S. Estudo dos elementos de pesquisa das teses de doutorado em ciência da informação do convênio IBICT/UF RJ-ECO. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 396-412, set./dez. 2011.

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. Motivação e ludicidade na aprendizagem de química: uma análise a partir da psicologia histórico-cultural. In: **ENCONTRO NACIONAL DE JOGOS E ATIVIDADES LÚDICAS NO ENSINO DE QUÍMICA**, 1., 2014, Goiânia. Anais..Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2014. p.121-128. Disponível: <http://www.jalequim.com.br/subpaginas/livroderesumos/docs/LIVRO_DE_RESUMOS.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

_____. O jogo no ensino de química e a mobilização da atenção e da emoção na apropriação do conteúdo científico: aportes da psicologia histórico-cultural. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 23, n. 2, p. 523-540, 2017.

MORATORI, P. B. **Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem**. UFRJ. Rio de Janeiro, p. 04, 2003.

MOREIRA, M. A.; NOVAK, J. D. Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordos metodológicos. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 3-18, 1988.

MORIN, E. M. **Os sentidos do trabalho**. GV EXECUTIVO, v. 1, n. 1, p. 71-75, 2002.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: ensino médio**. São Paulo: Scipione, 2008. v. 1.p.288.

MURCIA, J. A. M. **Aprendizagem através do jogo**. Artmed Editora, 2005.

NETO, H. S. M.; DE MORADILLO, E. F. O jogo no ensino de química e a interação entre os pares: revisitando o conceito de zona de desenvolvimento iminente (ZDI). **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, p. 664-685, 2018.

OLIVEIRA, L. S. **Passado, presente e futuro do ensino de química no Brasil: um ensaio acadêmico**. 2017.

OLIVEIRA, A. L.; OLIVEIRA, J. C. P.; NASSER, M. J. S.; CAVALCANTE, M. P. O jogo educativo como recurso interdisciplinar no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 2, p. 89-96, 2018.

PEREIRA, P. **O uso de jogos e a mediação do professor na abordagem histórico-cultural: primeiras aproximações**. 2016. 297 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) – Universidade Federal de São Carlos: UFSCar, 2016.

PINO, A. **As marcas do humano: às origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev S. Vigostky**. São Paulo: Cortez, 2005.

PIRES, F. S. **Metanálise de pesquisas brasileiras que tratam do desenvolvimento do pensamento algébrico na escola básica (1994-2014)**. 2018. 140 p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos: UFSCar, 2018.

POZO, J. I; CRESPO, M. A. G. Mudando as atitudes dos alunos perante a Ciência: o problema da (falta de) motivação. In: _____. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Tradução de Naila Freitas. Porto Alegre: Artmed, 2009, p. 29-45.

ROSÁRIO, D. M. Processos de interação educativa e pensamento prático docente-indícios na prática mediacional de docentes do ensino médio na Bahia/Brasil. In: **IV Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”**. Laranjeiras/Se, 2010.

SADALLA, A. M. F. D. A.; SÁ-CHAVES, I. d. S. C. Constituição da reflexividade docente: indícios de desenvolvimento profissional coletivo. **ETD - Educação Temática Digital**, 9(2), 2008, p.189-203.

SILVA, J. E. **Pistas orgânicas: uma atividade lúdica para o ensino das funções orgânicas**. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Físico-Química; Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

SIMÕES NETO, J. E. **Abordando o conceito de isomeria por meio de situações-problema no Ensino Superior de química**. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências)–Programa

de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SIMÕES, J. N. E.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO, C. J. A. C. Abordando a isomeria em compostos orgânicos e inorgânicos: uma atividade fundamentada no uso de situações-problema na formação inicial de professores de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, p. 327-346, 2013.

SOARES, M. H. F. B. **O lúdico em Química: jogos e atividades aplicados ao ensino de Química**. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SOUZA, M.T.C.C. **Os jogos de regras e sua utilização pelo professor**. Revista AEC, n. 23, 1996.

SOUZA, K. R. A. P. **Elaboração e aplicação de uma unidade de ensino Potencialmente Significativa para o ensino-aprendizagem de isomeria**. Dissertação (Mestrado Profissional) Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. **Mapa conceitual: seu potencial como instrumento avaliativo**. Pro-Posições, 21(3), 173-192, 2016.

STRATHERN, P. **O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da Química**. Tradução: Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2002.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v. 12, p. 72-85, 2007.

THEREZA, W. B. **Ambiente para especificação de aplicações multimídia com suporte de qualidade de serviço**. 2004. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

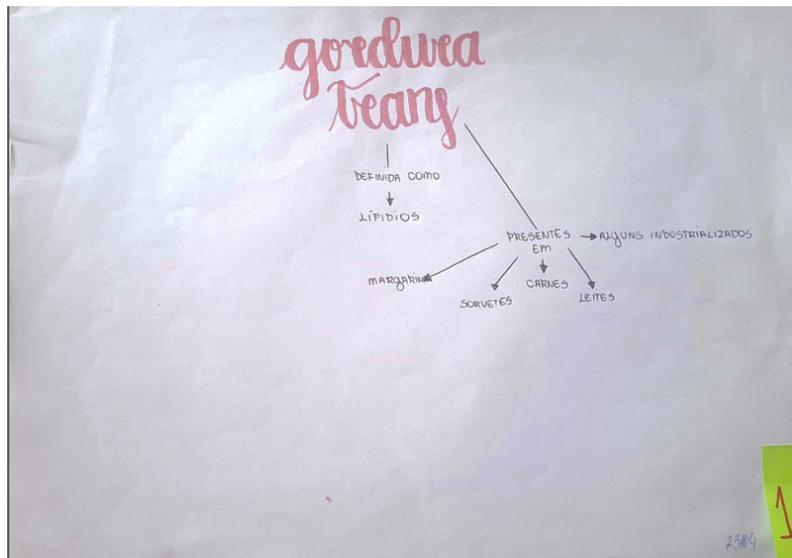
VEKIRI, I. **What Is the V alue of Graphical Displays in Learning?** Ed. Psychol. Rev., 14, 261, 2002.

ZANON, D. A. V.; DA SILVA GUERREIRO, M. A.; DE OLIVEIRA, R. C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 1, 2008.

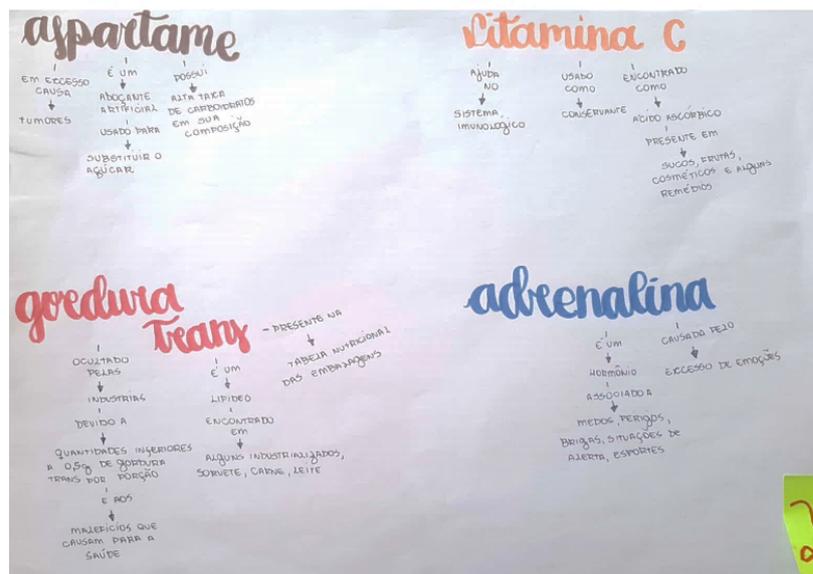
YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 290 p.

APÊNDICE 1. Mapas Conceituais - grupo B

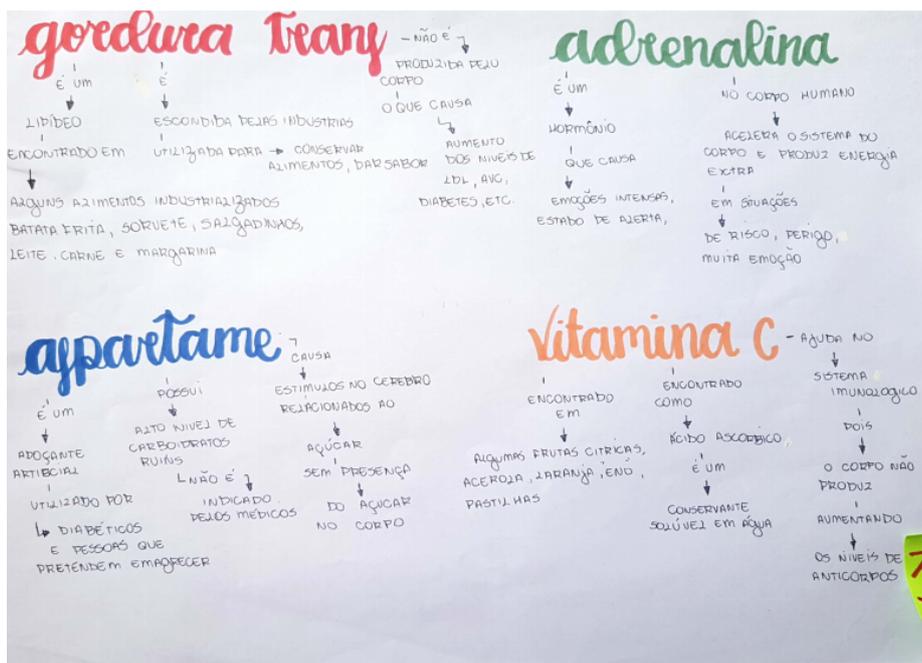
Mapa conceitual 1



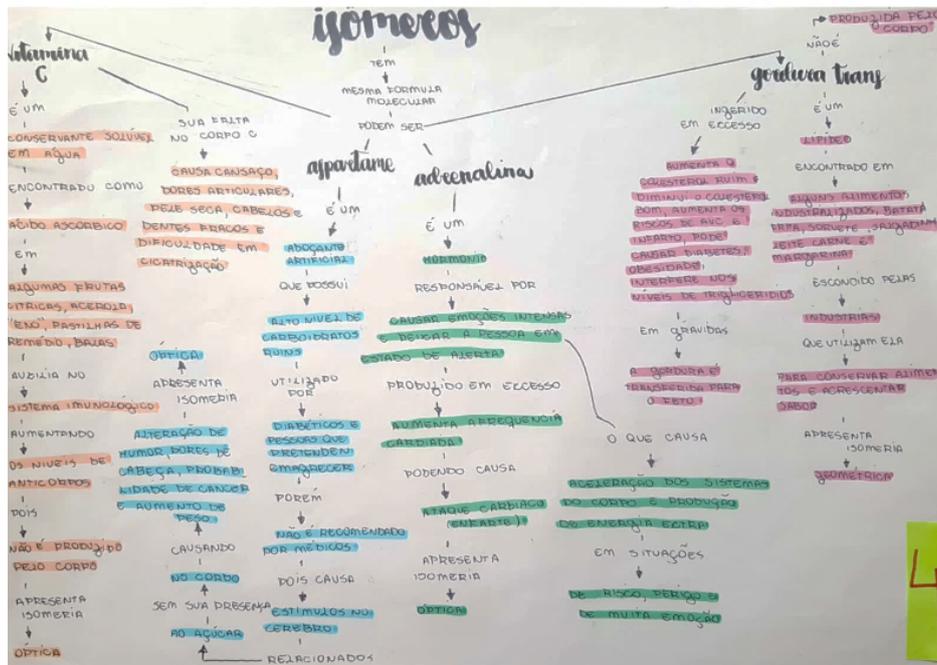
Mapa conceitual 2



Mapa conceitual 3



Mapa conceitual 4



Mapa conceitual 5

