



Realidade Aumentada no Ensino de Química: Um Estudo de Caso de um Jogo Educacional

Augmented Reality in Chemistry Teaching: A Case Study of an Educational Game

Recebido: 25/10/2021 | Revisado: 26/10/2021 | Aceito: 27/10/2021 | Publicado: 15/12/2021

Dalva da Silva Coelho

Fatec São Caetano do Sul

<https://orcid.org/0000-0002-7143-3765>

dalvascoelho@hotmail.com

Irapuan Glória Júnior

Fatec Santana de Parnaíba

<https://orcid.org/0000-0003-2973-3470>

ijunior@ndsgn.com.br

Resumo

Este artigo contempla a aplicação de uma atividade com a utilização da realidade aumentada para celulares com o uso da Química Orgânica. A pesquisa utilizou estudo de caso único para evidenciar a aplicação de um caso de ensino com aplicação da realidade aumentada. Os resultados evidenciaram o aumento de cerca de 38% na melhoria das respostas e auxílio na visualização e entendimento das estruturas químicas. Os instrumentos utilizados caracterizam-se por ser uma solução de baixo custo e viável para utilização em salas de aula.

Palavras-chave: Realidade Aumentada; Jogos Educacionais; Ensino de Química

Abstract

This article contemplates the application of an activity with the use of augmented reality for cell phones with the use of Organic Chemistry. The research used a single case study to show the application of a teaching case with the application of augmented reality. The results showed an increase of about 38% in the improvement of responses and aid in the visualization and understanding of chemical structures. The instruments used are characterized by being a low-cost and viable solution for use in classrooms.

Keywords Augmented Reality; Educational Games; Teaching of Chemistry



1. Introdução

Alguns problemas encontrados no ensino de Química Orgânica estão relacionados à dificuldade de abstração que muitos estudantes apresentam, principalmente em lidar mentalmente com representações de moléculas em espaços tridimensionais, isomerias e imaginar movimentos como os de ressonância (Farias et al., 2014).

O desenvolvimento de algumas habilidades relacionadas à representação espacial passa a ser essencial para que ocorra uma aprendizagem mais efetiva e o uso do recurso tecnológico de realidade aumentada pode ser muito eficiente por possuir a capacidade de exibir objetos em 3D, com grande riqueza de detalhes, possibilitando ao aluno manipular e fazer rotações dos objetos de uma maneira muito intuitiva, principalmente, quando utilizam seus próprios aparelhos celulares (Baptista, 2013).

Em 2020 o Brasil registrou 234,1 milhões de celulares ativos (TELECO, 2021), sendo superior aos 200 milhões de habitantes (IBGE, 2021), desta forma a escolha deste dispositivo foi feita devido à quantidade disponível entre os brasileiros, facilidade de uso, portabilidade e grande disponibilidade em sala de aula.

A realidade aumentada é a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, em tempo real, com apoio de dispositivos e usando interface do mundo real, proporcionando ao usuário manipular e visualizar objetos reais e virtuais (Kirner & Tori, 2004).

Assim, a presença da dificuldade do aprendizado dos discentes em Química Orgânica, o advento da realidade aumentada e a disponibilidade de celulares entre esse público resultou na questão de pesquisa: "Como a melhorar o ensino de química que requer grande abstração e compreensão de representações espaciais com poucos recursos tecnológicos disponíveis na escola?". Possui os seguintes objetivos: (1) Apresentar um processo de aplicação da realidade aumentada utilizando os conceitos de Química Orgânica; e (2) Verificar se houve melhora no processo de ensino-aprendizagem em química orgânica com o uso da realidade aumentada.



As justificativas para o desenvolvimento desta pesquisa são:

- **Relevância do tema.** Existem problemas a serem solucionados no ensino de Química Orgânica (Farias et al., 2014). O uso de jogos digitais pode corroborar para o aprendizado do aluno (Corsani et al., 2009).

- **Relevância do objeto de estudo.** Há uma deficiência de aprendizagem em escolas públicas (Farias et al., 2014);

- **A contribuição para a academia.** A contribuição está em demonstrar o auxílio que um jogo digital pode proporcionar em sala de aula, além de demonstrar na prática a aplicação.

2. Referencial Teórico

2.1. Jogos Digitais

O potencial pedagógico dos jogos eletrônicos vem sendo cada vez mais explorado. Por desenvolver habilidades como memória, atenção, criatividade e raciocínio, eles deixaram de fazer parte apenas do lazer para serem utilizados como ferramenta de ensino (Corsani et al., 2009).

No âmbito educacional, os jogos digitais podem ser utilizados como ferramentas de promoção do conhecimento, favorecimento da aprendizagem lúdica, desenvolvimento de habilidades cognitivas e, também, como recurso motivacional em sala de aula. (Guerreiro, 2015).

A respeito dos jogos, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destacam que são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento, favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos, mostrando-lhes uma nova maneira,



lúdica, prazerosa e participativa, de relacionar-se com o conteúdo escolar (BRASIL, 2021).

Um jogo pode utilizar de interações que, a partir de cada nova informação, é capaz de comparar, confrontar, refletir, ampliar e reconstruir novos conhecimentos a partir dos já existentes, método conhecido como aprendizagem em espiral (Kold & Kolb, 2009).

A teoria de aprendizagem experiencial é citada em diversas publicações internacionais sobre jogos digitais educacionais. No Brasil, existe uma preferência por teorias de aprendizagem de base Construtivista, tais como a teoria do desenvolvimento social de Vygostsky (Ribeiro et al., 2015).

Uma das maiores semelhanças entre os trabalhos de Kolb e de Piaget diz respeito ao processo pelo qual os indivíduos cognitivamente captam informações do ambiente e as organizam, possibilitando, assim, a ampliação de seus esquemas, que os levam a um ajuste de seus esquemas mentais, mais à frente reestruturando seu arsenal de condutas e estratégias (Frota & Borges, 2004).

Os jogos educacionais de Química Orgânica que mais aparecem na literatura brasileira são, principalmente, jogos de tabuleiro, cartas ou dominós químicos. A quantidade de jogos digitais educacionais envolvendo o tema Química Orgânica, disponíveis em Língua Portuguesa, mencionados em pesquisas acadêmicas, ainda é bastante reduzida (Guerreiro, 2015).

2.2. Realidade Virtual e Realidade Aumentada

O Ambiente Digital é aquele que transcendo o sólido e pode ser explorado por meio da chamada Realidade Aumentada (RA) e da Realidade Virtual (RV) e possuem diversas aplicações (Kirner & Tori, 2004).



A RV que consiste em um ambiente tridimensional totalmente gerado por computador que o usuário pode agir de forma intuitiva e idêntica ao mundo real, com possibilidade de movimentação de rotação e translação (Morie, 1999).

Em relação a RA, além das características da RV, conta com a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, em tempo real, com apoio de dispositivos e usando interface do mundo real, proporcionando ao usuário manipular e visualizar objetos reais e virtuais (Kirner & Tori, 2004).

Tanto a RV e a RA necessitam de dispositivos específicos que de modo geral, em sua criação exigem hardware de captura de informações, software para geração de elementos em tempo real e hardware para representar estes elementos no ambiente onde são inseridos (Cardoso et al., 2007; Kirner & Tori, 2004). Atualmente os celulares possuem capacidade para executar a RA (Cardoso et al., 2007).

2.3. Ensino de Química Orgânica

Alguns problemas encontrados no ensino de Química Orgânica estão relacionados à dificuldade de abstração que muitos estudantes apresentam, principalmente em lidar mentalmente com representações de moléculas em espaços tridimensionais, isomerias e imaginar movimentos como os de ressonância, e consigam compreender a importância dos compostos orgânicos, estabelecer relações e generalizações entre as propriedades e estruturas é fundamental que possuam alguns conhecimentos básicos da linguagem química e que possuam a destreza de transitar entre as representações moleculares bidimensionais e tridimensionais de forma apurada (Farias et al., 2014).

O entendimento de Química exige muito da percepção visual na medida em que as explicações para os fenômenos observados são construídas por propostas que envolvem interações entre moléculas, átomos e partículas subatômicas, no qual os compostos orgânicos apresentam estruturas diretamente relacionadas com suas propriedades físicas e químicas e, por meio da estrutura das moléculas, pode-se ter uma



ideia se a substância é solúvel ou não em água, indícios do estado físico e até prever a reatividade com outras substâncias (Farias et al., 2014).

O desenvolvimento de algumas habilidades relacionadas à representação espacial passa a ser essencial para que ocorra uma aprendizagem mais efetiva que, neste contexto, a utilização do recurso tecnológico de realidade aumentada pode ser muito eficiente por possuir a capacidade de exibir objetos em 3D, com grande riqueza de detalhes, possibilitando ao aluno manipular e fazer rotações dos objetos de uma maneira muito intuitiva, principalmente, quando utilizam seus próprios aparelhos celulares (Baptista, 2013).

3. Metodologia

O método de pesquisa usado foi um estudo de caso único (Yin, 2015) e de natureza qualitativa (Gil, 2007). Utilizou como unidade de análise as turmas da disciplina de química (Martins & Theóphilo, 2009). Os métodos usados de coleta de dados foram por meio de entrevistas, resultado do software de realidade aumentada e pela literatura.

Os procedimentos utilizados para a elaboração deste artigo foram:

(1) Escolha do software de RA. O software deverá ser capaz de fazer a leitura de um QRCode e apresentar a estrutura na tela do *smartphone*. Foi escolhido o Organica3D (<http://www.quimica3d.com/>) por apresentar a estrutura necessária para o experimento;

(2) Aplicação do Piloto. Será aplicada uma coleta piloto em alunos com características próximas a da coleta final com o intuito de aprimorar a coleta;

(3) Coleta em sala de aula. Aplicação da pesquisa em uma sala de aula em uma aula de química orgânica. Participaram 35 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública do Estado de São Paulo, localizada no município de São Bernardo do Campo.



3.1. Objeto de Estudo

A instituição de ensino pertence a rede estadual situada no município de São Bernardo do Campo em São Paulo. As turmas escolhidas foram de terceiro ano fundamental identificadas como Turma-A e Turma-B e possuem, respectivamente, 35 alunos e 37 alunos.

A professora que aplicou a dinâmica é formada em Ciências Biológicas e mestra em Ensino de Ciências em 2004, está a mais de 3 anos na instituição de ensino e é uma entusiasta no uso de tecnologia em educação.

3.2. Software

Existem diversos softwares educativos livres de visualização e construção de modelos que podem ser utilizados para estimular o desenvolvimento de habilidades espaciais em Química: *ChemSketch*, *Jmol*, *XDrawChem*, *Avogadro*, etc. Infelizmente, o número de computadores disponíveis em diversas escolas ainda é insuficiente face às necessidades.

Visando o desenvolvimento de algumas habilidades espaciais, surge como uma alternativa viável, para contornar a falta de computadores nas escolas, o uso do recurso de realidade aumentada em celulares.

O direcionamento dos requisitos do software será fundamentada pela aprendizagem em espiral de David Kolb e muito utilizada como fundamentação no ensino de Química (Kold & Kolb, 2009).

3.3. Procedimentos

A turma escolhida foi de alunos do 3º ano do Ensino Médio, por estarem tendo o conteúdo referente à Química Orgânica durante o bimestre. A professora já havia ministrado 10 aulas sobre o tema, mas relatou que vários alunos ainda apresentavam



dificuldades relacionadas aos conceitos básicos da disciplina. Foram utilizadas duas aulas de 50 minutos cada para o desenvolvimento das atividades.

Para avaliar as concepções prévias dos estudantes, a respeito da Química Orgânica, foi aplicado um questionário inicial (Apêndice A). Em seguida, os estudantes receberam orientações para fazerem a transferência do arquivo do jogo, via cabo ou *bluetooth* para os aparelhos celulares. Como nem todos os alunos possuíam celulares com o sistema Android, os alunos foram divididos em grupos.

Após as orientações sobre o funcionamento do jogo, os alunos tiveram 30 minutos para completarem a sequência didática proposta. A professora finalizou a atividade aplicando o questionário para verificação dos possíveis conhecimentos adquiridos pós jogo (Apêndice B).

3.4. Piloto

Foi realizado um piloto em uma outra instituição de ensino estadual nas proximidades do objeto de estudo. Foi escolhido o terceiro ano com uma classe de 37 alunos. A professora que ministrou o piloto leciona a disciplina de Química e pertence a rede estadual desde 2001.

Após a aplicação, foi percebida a necessidade de realizar um pequeno tutorial de como instalar o *QRCode* e da manipulação do software a ser utilizado pelos alunos.

4. Análise e Interpretação dos Resultados

4.1. Proposta de um Jogo Digital

O jogo foi desenvolvido com *softwares* gratuitos e idealizado para uso em *smartphones* com sistema operacional Android. A escolha deste dispositivo para o desenvolvimento do jogo foi feita devido à facilidade de uso, portabilidade e disponibilidade em sala de aula.



Para a elaboração do jogo foi utilizada a *engine* Unity3D e para a leitura de Realidade Aumentada, foi utilizada ferramenta Vuforia SDK.

A criação do jogo seguiu as seguintes fases:

Fase1: Nomenclaturas. Escolha do tema e do nome do jogo (Organica3D).

Fase2: Adequação e Integração. Adequação e integração entre os softwares para desenvolvimento do jogo e para a realidade aumentada.

Fase3: Avaliação. A avaliação inclui uma análise de alguns aspectos educacionais envolvidos durante o processo.

O objetivo principal do jogo é a análise e a comparação das representações de fórmulas químicas estruturais em 3D, permitindo que o aluno tenha acesso a alguns conhecimentos básicos de Química Orgânica, uma vez que é possível identificar fórmulas moleculares, estruturas das cadeias carbônicas e funções de alguns compostos. O jogo trabalha com níveis graduais de dificuldade. A mecânica é bem simples, o jogador analisa as representações das fórmulas em 3D, realiza algumas comparações e análises direcionadas e a cada resposta correta ganha pontos.

4.1.1. Preparação

Foi confeccionado alguns cartões (*cards*) com o *QRCode* (Figura 1) da estrutura química e questões, uma em cada página (Figura 2), para ser respondida pelos alunos após visualizado pelo software instalado no aplicativo Figura 3.



Figura 1 – Cards de identificação

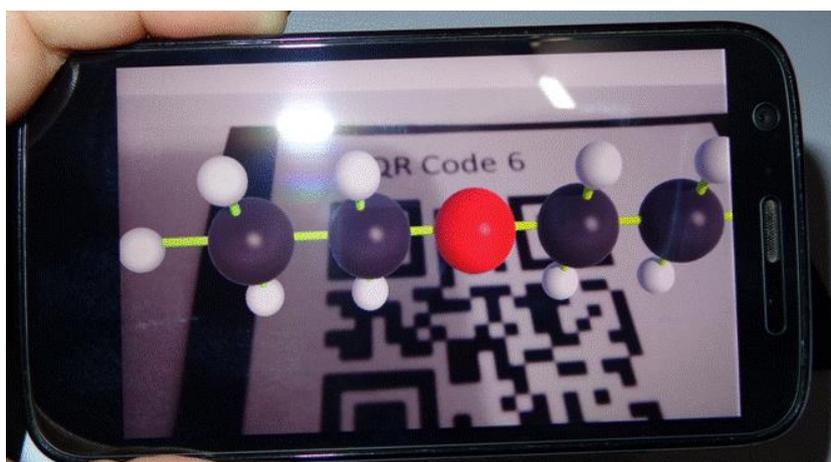


Foram utilizados dois questionários com temas distintos pertencentes ao ensino de Química Orgânica e respondidos pelos grupos (Apêndice C). Após a coleta dos questionários respondidos, foram analisados em relação aos acertos das questões, e agrupados pela quantidade de acertos.

Figura 2 – Exemplo de um Questão Aplicada

QRCode nº: <i>6</i>	
Descrição <ul style="list-style-type: none"> Atualmente, ele é mais utilizado em laboratório, como solvente apolar, para a extração de óleos, gorduras, essências e perfumes de origem vegetal e animal. Ele é considerado um excelente solvente para extrair cocaína das folhas de coca. Por isso, sua comercialização é controlada pela Polícia Federal. Antigamente era usado como anestésico por inalação. Possui um átomo de oxigênio localizado entre dois átomos de carbonos. 	
Fórmula molecular:	Nome:
Fórmula estrutural	Classificação da cadeia carbônica
	<input checked="" type="checkbox"/> Aberta <input type="checkbox"/> Fechada <input type="checkbox"/> Mista <input checked="" type="checkbox"/> Saturada <input type="checkbox"/> Insaturada <input type="checkbox"/> Homogênea <input checked="" type="checkbox"/> Heterogênea <input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Ramificada
	Função Orgânica
	<input type="checkbox"/> Hidrocarboneto <input type="checkbox"/> Cetona <input type="checkbox"/> Éster <input type="checkbox"/> Álcool <input type="checkbox"/> Ácido Carboxílico <input type="checkbox"/> Amina <input type="checkbox"/> Aldeído <input checked="" type="checkbox"/> Éter <input type="checkbox"/> Amida

Figura 3 – Exemplo visualização do QR-Code

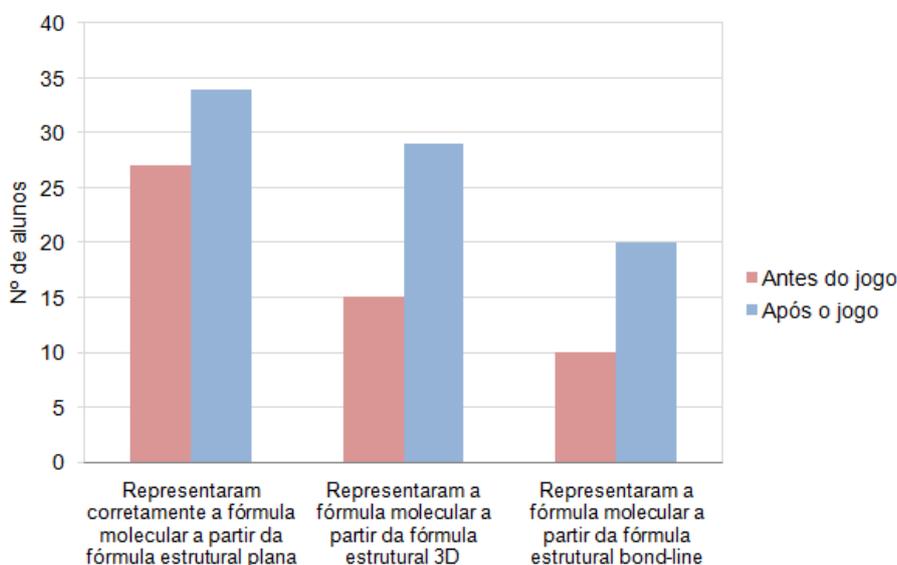


Na Figura 4 é possível verificar o número de estudantes que conseguiram relacionar adequadamente as diferentes representações moleculares utilizadas no



questionário e estão divididos em acertos antes de utilizar o jogo (barra vermelha) e após o uso do jogo (barra azul).

Figura 4 - Resultados das Análises dos Instrumentos Avaliativos – Parte 1

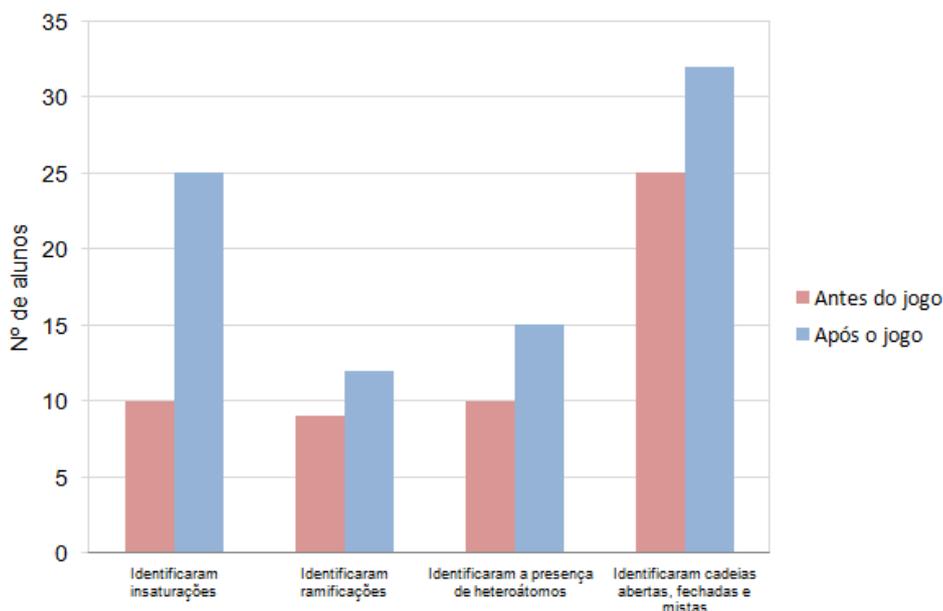


Ao analisar os documentos respondidos pelos estudantes foi evidenciado que os alunos que tiveram maior número de acertos a partir da fórmula estrutural plana, que pode estar relacionado ao fato de que durante as aulas dadas, até o momento da pesquisa, a professora ainda não tinha utilizado a representação tridimensional. Outro fator que pode ser levado em consideração é que as moléculas representadas tridimensionalmente nos questionários são mais complexas, apresentando maior número de elementos químicos.

Os piores resultados foram observados a partir da representação *bond-line* que se justifica pelo fato de ser a que mais requer abstração por parte dos alunos e a menos utilizada no jogo.

A Figura 5 indica a segunda aplicação com os acertos dos estudantes referentes ao tema classificação de cadeias carbônicas e é possível observar avanços em todos os conceitos abordados no jogo em que os melhores resultados estão relacionados com a correta identificação da presença de insaturações nas cadeias carbônicas, sendo a barra vermelha, que indica os acertos antes do uso do jogo, serem inferior à barra azul, que indica os acertos após o uso do jogo.

Figura 5 - Resultados das Análises dos Instrumentos Avaliativos – Parte 2



4.2. Discussão

Foi possível identificar o ganho de desempenho com a utilização do software de realidade aumentada conforme apresentado nas Figura 4 e Figura 5 foi em média 38% superiores com o uso do jogo.



As questões que requisitaram a representação da fórmula molecular a partir da fórmula estrutural *bond-line* e a identificação de insaturações tiveram maior impacto na melhoria das respostas com o uso do jogo, provavelmente por requerer um grau de abstração maior para suas respostas.

É importante ressaltar que os resultados também possam estar ligados a outros fatores, como o a realização do trabalho em grupo durante o jogo e/ou a utilização desta estratégia diferenciada como possível fator motivacional.

5. Conclusões

Esta pesquisa buscou o desenvolvimento e a implementação de um jogo de realidade aumentada e a análise de seu uso efetivo no contexto do ensino de Química Orgânica com o uso da realidade virtual e uso de celular.

Os resultados evidenciaram que o uso do jogo Organica3D pode favorecer a aprendizagem de alguns conceitos básicos da disciplina em cerca de 38% em média, tendo maiores resultados nas questões referentes a representação da fórmula molecular a partir da fórmula estrutural *bond-line* e a identificação de insaturações.

Em relação aos trabalhos futuros estão a criação de fases mais complexas no jogo, incluindo os temas isomeria e animações envolvendo o conceito de ressonância, além de um estudo mais detalhado sobre a aplicação do jogo feito de maneira individual, e não em grupos como foi feito, permitirá avaliar com mais precisão a eficácia do jogo no que diz respeito à aprendizagem.



Referencial Bibliográfico

- Baptista, M. M. (2013). *Desenvolvimento e utilização de animações em 3D no ensino de Química* [Programa de Pós-graduação de Química, UNICAMP]]. <http://www.quimica3d.com/m770596/br-c0.php>
- BRASIL. (2021). *Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. 141.
- Cardoso, A., Lamounier Junior, E., Kirner, C., & Kelner, J. (2007). Conceitos de Realidade Virtual e Aumentada. In *Tecnologias para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada* (p. 1–16). Editora Universitária UFPE.
- Corsani, L., Trevisan, D. G., Hounsell, M. S., & Kemczinski, A. (2009). Qual a melhor Realidade para Aprender Jogando: Virtual ou Aumentada? *Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*, 234–243. http://www.sbgames.org/papers/sbgames09/culture/full/cult27_09.pdf
- Farias, F. M., Del-Vecchio, R. R., Caldas, F. R. R., & Gouveia-Matos, J. A. M. (2014). Construção de um Modelo Molecular: Uma Abordagem Interdisciplinar Química-Matemática no Ensino Médio. *Revista Virtual de Química*, 7(3), 849–863. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150043>
- Frota, M. C. R., & Borges, O. (2004). *Perfis de entendimento sobre o uso de tecnologias na educação matemática*. 1–17.
- Gil, A. C. (2007). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. Atlas.
- Guerreiro, M. A. S. (2015). *Os efeitos do Game Design no processo de criação de Jogos Digitais utilizados no Ensino de Química e Ciências—O que devemos considerar?* [Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência), Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”]. <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/126484/000841326.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IBGE. (2021). *Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação*. https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock&utm_campaign=novo_popclock
- Kirner, C., & Tori, R. (2004). Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade. In C. Kirner & R. Tori (Orgs.), *Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências* (Vol. 1, p. 3–20). SENAC. <http://www.realidadevirtual.com.br/cmsimple-rv/?download=Cap1-prelim-kirner-tori.zip>



Journal of Technology & Information

- Kold, A. Y., & Kolb, D. A. (2009). *The Learning Way: Méta-cognitive Aspects of Experiential Learning*. 40, 297–327.
- Martins, G. de A., & Theóphilo, C. R. (2009). *Metodologia da Investigação Científica Para Ciências Sociais Aplicadas* (2º ed). Atlas.
- Morie, J. F. (1999). Inspiring the Future: Merging Mass Communication, Art, Entertainment and Virtual Environments. *Computer Graphics*, 28(2), 135–138.
- Ribeiro, R. J., Junior, N. S., Frasson, A. C., Pilatti, L. A., & da Silva, S. de C. R. (2015). Teorias de aprendizagem em jogos digitais educacionais: Um panorama brasileiro. *RENOTE*, 13(1).
<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/57589/34562>
- TELECO. (2021, outubro 24). *Estatística*. <https://www.teleco.com.br/estatis.asp>
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso: Planejamento e métodos*. Bookman.

Apêndice A – Questionário de Levantamento dos Conhecimentos Prévios

Avaliação de conhecimentos prévios dos alunos do 3º ano do Ensino Médio

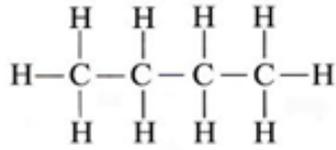
Nome: _____ nº _____ série: _____

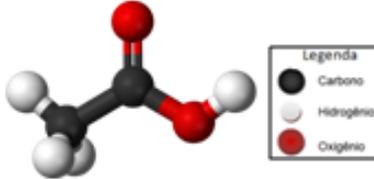
<p>Fórmula estrutural</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Fórmula molecular: <input style="width: 100%;" type="text"/></p>	<p>Classificação da cadeia carbônica</p> <p><input type="checkbox"/> Aberta <input type="checkbox"/> Fechada <input type="checkbox"/> Mista</p> <p><input type="checkbox"/> Saturada <input type="checkbox"/> Insaturada</p> <p><input type="checkbox"/> Homogênea <input type="checkbox"/> Heterogênea</p> <p><input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Ramificada</p> <p>Função Orgânica</p> <p><input type="checkbox"/> Hidrocarboneto <input type="checkbox"/> Cetona <input type="checkbox"/> Éster</p> <p><input type="checkbox"/> Álcool <input type="checkbox"/> Ácido Carboxílico <input type="checkbox"/> Amina</p> <p><input type="checkbox"/> Aldeído <input type="checkbox"/> Éter <input type="checkbox"/> Amida</p> <p>Nome: _____</p>
<p>Fórmula estrutural</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Fórmula molecular: <input style="width: 100%;" type="text"/></p>	<p>Classificação da cadeia carbônica</p> <p><input type="checkbox"/> Aberta <input type="checkbox"/> Fechada <input type="checkbox"/> Mista</p> <p><input type="checkbox"/> Saturada <input type="checkbox"/> Insaturada</p> <p><input type="checkbox"/> Homogênea <input type="checkbox"/> Heterogênea</p> <p><input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Ramificada</p> <p>Função Orgânica</p> <p><input type="checkbox"/> Hidrocarboneto <input type="checkbox"/> Cetona <input type="checkbox"/> Éster</p> <p><input type="checkbox"/> Álcool <input type="checkbox"/> Ácido Carboxílico <input type="checkbox"/> Amina</p> <p><input type="checkbox"/> Aldeído <input type="checkbox"/> Éter <input type="checkbox"/> Amida</p> <p>Nome: _____</p>
<p>Fórmula estrutural</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Fórmula molecular: <input style="width: 100%;" type="text"/></p>	<p>Classificação da cadeia carbônica</p> <p><input type="checkbox"/> Aberta <input type="checkbox"/> Fechada <input type="checkbox"/> Mista</p> <p><input type="checkbox"/> Saturada <input type="checkbox"/> Insaturada</p> <p><input type="checkbox"/> Homogênea <input type="checkbox"/> Heterogênea</p> <p><input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Ramificada</p> <p>Função Orgânica</p> <p><input type="checkbox"/> Hidrocarboneto <input type="checkbox"/> Cetona <input type="checkbox"/> Éster</p> <p><input type="checkbox"/> Álcool <input type="checkbox"/> Ácido Carboxílico <input type="checkbox"/> Amina</p> <p><input type="checkbox"/> Aldeído <input type="checkbox"/> Éter <input type="checkbox"/> Amida</p> <p>Nome: _____</p>
<p>Fórmula estrutural</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Fórmula molecular: <input style="width: 100%;" type="text"/></p>	<p>Classificação da cadeia carbônica</p> <p><input type="checkbox"/> Aberta <input type="checkbox"/> Fechada <input type="checkbox"/> Mista</p> <p><input type="checkbox"/> Saturada <input type="checkbox"/> Insaturada</p> <p><input type="checkbox"/> Homogênea <input type="checkbox"/> Heterogênea</p> <p><input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Ramificada</p> <p>Função Orgânica</p> <p><input type="checkbox"/> Hidrocarboneto <input type="checkbox"/> Cetona <input type="checkbox"/> Éster</p> <p><input type="checkbox"/> Álcool <input type="checkbox"/> Ácido Carboxílico <input type="checkbox"/> Amina</p> <p><input type="checkbox"/> Aldeído <input type="checkbox"/> Éter <input type="checkbox"/> Amida</p> <p>Nome: _____</p>

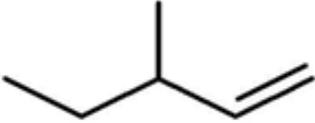
Apêndice B – Questionário para Levantamento dos Conhecimentos Adquiridos.

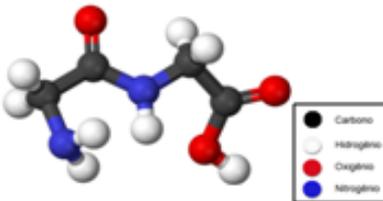
Avaliação de conhecimentos pós jogo

Nome: _____ nº _____ série: _____

Fórmula estrutural 	Classificação da cadeia carbônica <input type="checkbox"/> Aberta <input type="checkbox"/> Fechada <input type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/> Saturada <input type="checkbox"/> Insaturada <input type="checkbox"/> Homogênea <input type="checkbox"/> Heterogênea <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Ramificada Função Orgânica <input type="checkbox"/> Hidrocarboneto <input type="checkbox"/> Cetona <input type="checkbox"/> Éster <input type="checkbox"/> Álcool <input type="checkbox"/> Ácido Carboxílico <input type="checkbox"/> Amina <input type="checkbox"/> Aldeído <input type="checkbox"/> Éter <input type="checkbox"/> Amida
Fórmula molecular: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Nome: _____

Fórmula estrutural 	Classificação da cadeia carbônica <input type="checkbox"/> Aberta <input type="checkbox"/> Fechada <input type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/> Saturada <input type="checkbox"/> Insaturada <input type="checkbox"/> Homogênea <input type="checkbox"/> Heterogênea <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Ramificada Função Orgânica <input type="checkbox"/> Hidrocarboneto <input type="checkbox"/> Cetona <input type="checkbox"/> Éster <input type="checkbox"/> Álcool <input type="checkbox"/> Ácido Carboxílico <input type="checkbox"/> Amina <input type="checkbox"/> Aldeído <input type="checkbox"/> Éter <input type="checkbox"/> Amida
Fórmula molecular: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Nome: _____

Fórmula estrutural 	Classificação da cadeia carbônica <input type="checkbox"/> Aberta <input type="checkbox"/> Fechada <input type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/> Saturada <input type="checkbox"/> Insaturada <input type="checkbox"/> Homogênea <input type="checkbox"/> Heterogênea <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Ramificada Função Orgânica <input type="checkbox"/> Hidrocarboneto <input type="checkbox"/> Cetona <input type="checkbox"/> Éster <input type="checkbox"/> Álcool <input type="checkbox"/> Ácido Carboxílico <input type="checkbox"/> Amina <input type="checkbox"/> Aldeído <input type="checkbox"/> Éter <input type="checkbox"/> Amida
Fórmula molecular: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Nome: _____

Fórmula estrutural 	Classificação da cadeia carbônica <input type="checkbox"/> Aberta <input type="checkbox"/> Fechada <input type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/> Saturada <input type="checkbox"/> Insaturada <input type="checkbox"/> Homogênea <input type="checkbox"/> Heterogênea <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Ramificada Função Orgânica <input type="checkbox"/> Hidrocarboneto <input type="checkbox"/> Cetona <input type="checkbox"/> Éster <input type="checkbox"/> Álcool <input type="checkbox"/> Ácido Carboxílico <input type="checkbox"/> Amina <input type="checkbox"/> Aldeído <input type="checkbox"/> Éter <input type="checkbox"/> Amida
Fórmula molecular: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Nome: _____

Apêndice C – Exemplo de Preenchimento de uma Questão

Grupo: 5 Números dos alunos: C4, 12, 21, 32, 38

QRCode nº: 1

Descrição

- É um gás incolor em temperatura ambiente, altamente inflamável, tóxico e inodoro, ou seja, não possui cheiro.
- É um alcano e, também, um dos constituintes do GLP.
- É muito comum nos isqueiros, como matéria-prima na produção de borracha sintética, aquecimento de saunas e piscinas, além de já ter sido combustível para dirigíveis.

Fórmula molecular:	Nome:
Fórmula estrutural	Classificação da cadeia carbônica
	<input checked="" type="checkbox"/> Aberta <input type="checkbox"/> Fechada <input type="checkbox"/> Mista <input checked="" type="checkbox"/> Saturada <input type="checkbox"/> Insaturada <input checked="" type="checkbox"/> Homogênea <input type="checkbox"/> Heterogênea <input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Ramificada Função Orgânica <input checked="" type="checkbox"/> Hidrocarboneto <input type="checkbox"/> Cetona <input type="checkbox"/> Éster <input type="checkbox"/> Álcool <input type="checkbox"/> Ácido Carboxílico <input type="checkbox"/> Amina <input type="checkbox"/> Aldeído <input type="checkbox"/> Éter <input type="checkbox"/> Amida

QRCode nº: 2

Descrição

- Em temperatura ambiente é um líquido incolor.
- Não é derivado do petróleo, no Brasil é obtido a partir da fermentação da cana-de-açúcar.
- Possui dois átomos de carbono e um átomo de oxigênio em sua fórmula molecular.

Fórmula molecular:	Nome:
Fórmula estrutural	Classificação da cadeia carbônica
	<input type="checkbox"/> Aberta <input type="checkbox"/> Fechada <input checked="" type="checkbox"/> Mista <input checked="" type="checkbox"/> Saturada <input type="checkbox"/> Insaturada <input type="checkbox"/> Homogênea <input checked="" type="checkbox"/> Heterogênea <input checked="" type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Ramificada Função Orgânica <input type="checkbox"/> Hidrocarboneto <input type="checkbox"/> Cetona <input type="checkbox"/> Éster <input checked="" type="checkbox"/> Álcool <input type="checkbox"/> Ácido Carboxílico <input type="checkbox"/> Amina <input type="checkbox"/> Aldeído <input type="checkbox"/> Éter <input type="checkbox"/> Amida