

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE QUÍMICA - LICENCIATURA
DEPARTAMENTO DE ANALÍTICA, FÍSICO-QUÍMICA E INORGÂNICA**

THAÍS PEZZA DE SOUZA

**Potencialidades do uso de um jogo de
plataforma para o Ensino de Química
utilizando conceitos de Astronomia:
criando um jogo com o Construct 2**

ARARAQUARA – S.P.
2022

THAÍS PEZZA DE SOUZA

Potencialidades do uso de um jogo de plataforma para o Ensino de Química utilizando conceitos de Astronomia: criando um jogo com o Construct 2

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado no Instituto de Química, Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Fernando Costa Marques

ARARAQUARA – S.P.
2022

THAÍS PEZZA DE SOUZA

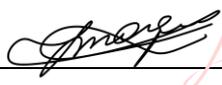
Potencialidades do uso de um jogo de plataforma para o Ensino de Química utilizando conceitos de Astronomia: criando um jogo com o Construct 2

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado no Instituto de Química, Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho", Araraquara, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Fernando Costa Marques

Data da entrega: 03 / 02 / 2022

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

 Assinado de forma digital por
RODRIGO FERNANDO COSTA
MARQUES:57588961104
Dados: 2022.02.04 18:56:04
-03'00

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Fernando Costa Marques


Membro Titular: Prof. Dr. Amadeu Moura Bego


Membro Titular: Prof^a. Dr^a. Luciana Massi

Local: Universidade Estadual Paulista
UNESP – Instituto de Química de Araraquara

A Deus, à minha mãe Elisa (*in memoriam*) e ao meu pai Mauro. Nada disso teria sido possível sem vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois esteve comigo em todas as dificuldades e me ofereceu forças para seguir a minha jornada. Aos meus pais, Elisa e Mauro, por todo o amor, apoio e compreensão ao longo desses anos, independentemente dos empecilhos do destino.

Ao meu orientador, Rodrigo (Jataí) por ter me auxiliado e me ensinado, contribuindo com suas ideias para a concretização deste trabalho. Mais do que meu orientador, foi um amigo que me apoiou quando precisei e compreendeu melhor que eu mesma as minhas dúvidas e receios.

Ao Tarso e ao José por todo o apoio e disponibilidade, bem como os ensinamentos e as reuniões em que tanto colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho. O auxílio de vocês foi fundamental para a sua concretização. Ao meu colega Marco pela ajuda e pelas conversas nas reuniões e fora delas.

Aos meus colegas e amigos da Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara (FCL-Ar), da Deutschpur, do Centro de Ciências de Araquara (CCA) e do Projeto Desbravando a Ciência, pois pude ser e descobrir muito de mim com cada uma das pessoas dessas etapas.

Aos meus colegas de turma, bem como os que hoje quase são como meus “bixos”, por toda a recepção, por todo o apoio e, por que não dizer, amizade? Vocês foram muito importantes nesses quatro anos.

Obrigada por todos esses anos de amizade, carinho e compreensão Ana Clara, Karina, Mayara e Nágila (“Gangue”). E obrigada por me ouvirem, tirarem dúvidas e alegrarem o meu dia Bruno Augusto, Bruno Duarte, Gabriel, Jaderson, Luís, Marcelo, Matheus Ramos, Matheus Maximiano e Ricardo (“Alcateia”). Minha vida ficou bem melhor depois que vocês chegaram.

Aos meus amigos Debora, Flávia, Leonardo, Luís Felipe, Patrícia, Pedro, Rodrigo, Wesley e tantos outros que estiveram comigo e me apoiaram durante todo esse processo.

Aos meus quase irmãos, que considero muito, Joana Galavotti e Vinícius Zanellato, por todas as horas de conversa, brincadeiras, animes e pokémons. Não

sei nem mensurar o quanto são importantes para a minha vida e o quanto me auxiliaram nesses anos.

A todos aqueles que entraram na minha vida recentemente e que já constroem mais uma etapa comigo no curso de Administração.

A todos os meus professores, que me ensinaram como me tornar uma pessoa e uma profissional melhor, mesmo com a situação da educação (por não dizer política, também) do país.

A todos os servidores do Instituto de Química, com destaque aos funcionários da Graduação e da Biblioteca que aguentaram minhas dúvidas e meus esquecimentos com prazos, conversando de bom humor e com um intenso amor pelo que fazem.

Aos organizadores do EVEQ por todas as dúvidas esclarecidas e por me tranquilizarem nas vezes em quase fiquei louca.

Por fim agradeço à banca, por ter aceito o convite, às agências de fomento e ao Instituto de Química, por tudo o que me proporcionaram em termos de conhecimento e experiência.

“A única forma de chegar ao impossível é acreditar que é possível”

“Quando acordei hoje de manhã, eu sabia quem eu era, mas acho que já mudei muitas vezes desde então”

“O segredo, querida Alice, é rodear-se de pessoas que te façam sorrir o coração. É então, só então, que estarás no País das Maravilhas.”

Lewis Carroll

RESUMO

Os estudantes apresentam dificuldades quando estão aprendendo Química, fazendo-os não gostar da matéria. Por outro lado, o ramo da Astronomia desperta o interesse desses jovens, colaborando para a sua entrada no mundo científico. Além disso, a presença de jogos no ensino foi verificada como sendo um motivador para os estudantes, que se mostram interessados e acabam se envolvendo nas atividades. Assim, foi proposta a seguinte questão de pesquisa: “Quais as potencialidades de um jogo de plataforma no ensino de conceitos químicos utilizando a astronomia?”. Através desta questão buscou-se analisar como estão as pesquisas da área através da Cienciometria e criar um jogo de plataforma de Astronomia a ser utilizado para o ensino de conceitos Químicos, utilizando o Construct 2. Cabe ressaltar que durante as pesquisas não foram encontrados jogos envolvendo as duas temáticas simultaneamente, apresentando-se como uma lacuna para a formulação do jogo. E, a partir das análises realizadas, tem-se que o país que mais apresenta pesquisas envolvendo jogos são os Estados Unidos, embora o Brasil conte com uma área de jogos de Química diversificada proporcionada por Márlon Soares. Outro dado que chama a atenção é o aumento no número de artigos com o passar do tempo e a escassez de resultados para as pesquisas com jogos digitais e Química.

ABSTRACT

Students show difficulties when are learning Chemistry, what make them dislike this subject. In another side, Astronomy arouses their interest, collaborating for entrance in the scientific world. Beside this, the game presence in the teach was verified as an incentive for the students, that ware interested and involved in activities. So, the research question was proposed "What are the potenciales of a platform game in teaching chemical concepts using astronomy?" Through this question sought out analyze how are the researchs in the area using Cienciometry and make an Astronomy platform game using for teaching Chemical concepts using Construct 2. Is necessary mentioning that in the research wasn't founded games involving two thematic simultaneously, showing it as a gap for the game creation. And, with the analysis, had that Unites States are the country with more research in game area, although Brazil shows a diversified Chemistry game area provided by Márlon Soares. Another data that draws attention in the increasing in the number of articles with the time and scarcity of data for research with digital game and Chemistry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Aprendizagem significativa pela visão cognitivista clássica de Ausubel.	18
Figura 2. Aspectos do conhecimento para Mortimer.	19
Figura 3. Classificação dos jogos digitais.	24
Figura 4. Donkey Kong, o primeiro jogo de plataforma (1981).	25
Figura 5. Super Mario World, Sonic e Crash Bandicoot (de cima para baixo).	26
Figura 6. Imagens dos jogos Mortar Melon (à esquerda) e do CoinOpStory (à direita).	27
Figura 7. Distribuição dos artigos ao redor do mundo.	36
Figura 8. Gráfico com o aumento de publicações com o passar do tempo.	37
Figura 9. Gráfico com a porcentagem de artigos publicados pelas revistas da área.	37
Figura 10. Tela do Soar, site utilizado para converter texto em voz.	42
Figura 11. Tela do Audio-jointer, site utilizado para juntar arquivos de áudio.	42
Figura 12. Online Audio Converter, site utilizado para converter os áudios MP3 em OGG.	43
Figura 13. Open Game Art, site da trilha sonora do jogo.	43
Figura 14. Canva, site utilizado para produzir algumas artes do jogo.	44
Figura 15. Pixilart, site utilizado para fazer personagens e itens.	44
Figura 16. Removebg, site utilizado para remover o fundo das imagens.	45
Figura 17. Tela inicial do jogo, nomeado como Chem Beyond.	45
Figura 18. Tela de apresentação de personagem.	46
Figura 19. Começo do jogo, iniciando com a escolha do planeta e o assunto.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Buscadores utilizados nas pesquisas.	29
Tabela 2. Elementos químicos mais abundantes nos planetas do sistema solar.	31
Tabela 3. Os 10 países com maior número de artigos.	36
Tabela 4. Dados dos 10 trabalhos citados.	38
Tabela 5. Dados dos artigos.	40

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	12
2	INTRODUÇÃO	16
2.1	Processo de ensino-aprendizagem	16
2.2	Jogos para o Ensino de Química	20
2.3	Astronomia no Ensino Médio	21
2.4	Tipos de jogos	22
2.5	Jogos de Plataforma	23
2.6	Construct 2	27
3	OBJETIVOS	28
4	METODOLOGIA	29
4.1	Cienciometria	29
4.2	Desenvolvimento do jogo	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1	Cienciometria	35
5.2	Jogo	41
6	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	49

1 APRESENTAÇÃO

Receio que a minha memória deixe um pouco a desejar no que diz respeito aos acontecimentos da minha época de estudante até o fim do meu ensino fundamental, mas lembro de não conseguir me enturmar, de não gostar das escolas em que precisei estudar e de passar meus dias lendo Deltora Quest, escrevendo poesia e jogando Super Mario World no meu Super Nintendo.

As duas outras coisas que me lembro bem são de querer desde, aproximadamente, os meus nove anos ser médica veterinária e de ter participado do EPTV na Escola só para tentar ir conhecer o CDCC, Centro de Divulgação Científica e Cultural, na USP e poder ir ao observatório. Ao invés disso eu fiquei perdida, imersa no mundo das palavras e cheguei a ganhar prêmios em concursos de poesia.

Isso foi até o Ensino Médio, que cursei em uma outra escola, particular desta vez, graças a uma bolsa de estudos. Lá eu fiz amigas, aprendi coisas novas e comecei a ir aos laboratórios de Biologia e Química. Tantas coisas mudaram em um espaço tão curto de tempo...

Desde antes do Ensino Médio eu ia nas Feiras de Profissão da Unesp aqui de Araraquara, mas só quando eu comecei na escola nova que pareceu uma realidade mais próxima e fiquei ainda mais interessada. Os dois estandes que lembro sempre de ir eram o da Veterinária (meu sonho) e o da Química (onde tudo me enchiam os olhos e me faziam querer saber mais).

No segundo ano eu pude conhecer com os meus pais a FACA, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da UNESP de Jaboticabal. Era o lugar mais maravilhoso do mundo e onde senti que era o meu lugar, mas uma coisa pequena mudou isso. Estava em um local e ouvi um relinchar (que mais me pareceu um gemido de dor) e, quando perguntei para quem estava nos guiando, a pessoa falou que os estudantes estavam realizando um exame em um cavalo e que era necessário, mesmo com ele sentindo um pouco de dor.

Foi nesse instante que todo o sonho desmoronou, percebi que não conseguiria trabalhar com isso. Meu sonho de fazer a diferença, de salvar vidas, de sentir que o que eu fazia realmente seria importante (que eu ajudaria no parto de uma girafa ou alimentaria filhotes de panda recém-nascidos). Tudo isso tinha acabado.

Foi assim, sem rumo, que comecei o meu terceiro e último ano no Ensino Médio. Pensei em fazer Letras, mas não queria trabalhar como professora. Quando pensei em fazer Jornalismo e minha mãe que não deixou, pois disse que eu não conseguiria emprego e que ganharia mal. Por fim, a outra coisa que gostava era Química. Tinha a impressão de que mesmo sem atuar diretamente ainda poderia fazer a diferença e ajudar as pessoas, salvar vidas (não, nunca pensei em medicina, não gosto muito do corpo humano vivo, por mais estranho que pareça).

No ano de 2013 eu comecei os estudos no Instituto de Química, no curso de Bacharelado. Lembro de ter decidido por fazer aqui na Unesp ao invés de na USP de São Carlos por questões financeiras e por não querer a decepção dos meus pais caso eu desistisse do curso. Isso não ocorreu, em grande parte por algumas disciplinas e amigos que fiz.

Confesso que não foi fácil mesmo sendo daqui. Eu não entendia várias coisas e quis muito desistir, mas tiveram as coisas boas, como as aulas iniciais com o Marco, o professor de Química Fundamental que comentou sobre buracos negros em uma aula e me apresentou Stephen Hawking (acho que foi uma das aulas mais legais que tivemos). As aulas de laboratório eram interessantes, em sua maioria, ainda que boa parte do que era de Analítica não entrasse na minha cabeça.

Consegui me conhecer melhor, descobri que adorava a área de Forense e fiz vários cursos ao longo dos anos, inclusive em outras áreas, como Necropsia e Biologia Forense (sim, gostos estranhos). Por volta do meu terceiro ano conheci o CDCC que tanto queria e achei maravilhoso, era como voltar a ser criança. Eu olhava as projeções de Astronomia numa parte que tinha para entrarmos e ficava fascinada. As pessoas que estavam lá explicando tinham a minha idade e descobri que era algo que fazia parte da Universidade, eu queria ser como aquelas pessoas.

Quando descobri (ou redescobri, não me recordo) o CCA, Centro de Ciências de Araraquara, já estava com várias disciplinas, começando a Iniciação Científica e tinha pegado várias optativas, então não pude tentar fazer parte do CCA.

Minha formatura ocorreu logo no início de 2017, mas, em termos de ano letivo, acabei a faculdade em 2016. Meu TCC foi na área de Produtos Naturais. Eu era apaixonada pelo laboratório, pelas pessoas, pelos experimentos, mas parecia que ainda faltava uma coisa, algo que me aproximasse das pessoas. Do que

adiantava passar anos fazendo algo para terminar como só mais um papel em uma estante? Em que momento eu ajudaria a salvar vidas (ou melhorá-las, ao menos) com o que estava fazendo?

No ano seguinte não havia conseguido passar no mestrado e fiquei meio perdida, sem ter as várias obrigações com as quais estava habituada, o que me fez cursar disciplinas da pós-graduação do IQ e da Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Também continuei participando da Semana da Química, o que me permitiu assistir a uma palestra sobre Psicologia da Educação e, pela oportunidade de ter essa dose de humanas na minha bagagem, além de obter mais pontos em eventuais concursos que fosse prestar, decidi prestar Licenciatura em Química.

No ano de 2018 eu passei na prova do mestrado e entrei na Licenciatura, mas focarei na minha segunda faculdade no momento. O recomeço foi interessante, a turma com a qual iniciei os estudos era boa e as pessoas eram receptivas. Foi uma loucura, mas ainda naquele ano me inscrevi no processo seletivo do CCA e comecei a integrar a equipe de monitores.

Passar o tempo lá era a melhor coisa do meu dia, era como se tudo estivesse no lugar. Eu podia transitar pelas matérias (Matemática, Física, Química, Biologia, Geografia) e ser aquela pessoa que faz os olhos se encherem, como os meus se enchiam quando eu estava do outro lado. E, nas divisões de atividades, a minha era revitalizar a sala de Astronomia, o que acabou não ocorrendo por problemas no meio do caminho, embora eu já houvesse planejado algumas coisas que poderíamos fazer.

O ano seguinte foi um ano complicado para mim, marcado por uma perda inestimável, mas eu ganhei novos amigos (que eram amigos do Luís, um amigo meu das aulas de alemão, que havia feito na FCL no ano anterior), o que mudou a minha vida. Um desses amigos, o Ricardo, fazia Designer Digital na Uniara e descobri que gostava bastante desta área, o que abriu para mim a oportunidade de conhecer a área de Designer de Jogos.

Acabei conhecendo um pouco mais a respeito nos anos que se seguiram. E, para fazer o TCC, a minha ideia original era fazer um material de divulgação de Astronomia pelo meu interesse pela área, mas ele ficou bem mais interessante com

a proposta de fazer um jogo, principalmente por ser online, que facilitaria levar o conteúdo para os estudantes.

2 INTRODUÇÃO

O presente trabalho se destina a apresentar uma análise Cienciométrica para que seja possível visualizar como está a área de jogos digitais relacionados à Química, ao mesmo tempo em que mostra os periódicos mais citados no mundo de acordo com o *Web of Science*.

Além disto, busca apresentar as propostas das fases de um jogo de plataforma para ser utilizado no Ensino Médio, onde utiliza a Astronomia para iniciar a abordagem de conceitos químicos.

Cabe ressaltar que esses conceitos são apresentados no decorrer das fases de acordo com a ordem de aprendizado dos conceitos, sendo os planetas mais próximos do sol relacionados aos conhecimentos iniciais de Química, enquanto os mais afastados possuem conteúdos relacionados a temas mais complexos do ensino de Química.

Neste sentido, o trabalho vem propor uma série de recursos para que os professores utilizem em várias aulas ao decorrer do ensino de Química, sendo que, ele não possui um fim em si, necessitando das aulas teóricas dos professores para um melhor embasamento.

2.1 Processo de ensino-aprendizagem

Ao encarar o processo de ensino-aprendizagem no Brasil há diversos problemas, seja com os alunos ou com a forma pela qual o Ensino Médio é elaborado (LIMA, 2012). Nele, os estudantes costumam possuir dificuldades para entender os conteúdos de Química por conta de motivos didáticos, estruturais e de cunho docente (LIMA, 2012).

Os motivos didáticos são relacionados com o enfoque na transmissão de conceitos por meio de expressões matemáticas ao invés da interpretação dos fenômenos, caracterizando um ensino tradicional (LIMA, 2012).

Os motivos estruturais ocorrem porque, no Brasil, boa parte das escolas de ensino básico não apresentam laboratórios didáticos, que seriam necessários para o aprendizado de Química, caracterizada pelos seus aspectos práticos associados aos teóricos (LIMA, 2012).

Já os motivos relacionados aos docentes são porque, mesmo tendo uma boa formação em Licenciatura, acabam por se deparar com a falta de recursos para as suas aulas, falta de cursos de atualização e baixos salários, o que os desmotiva a ensinar os seus educandos (LIMA, 2012).

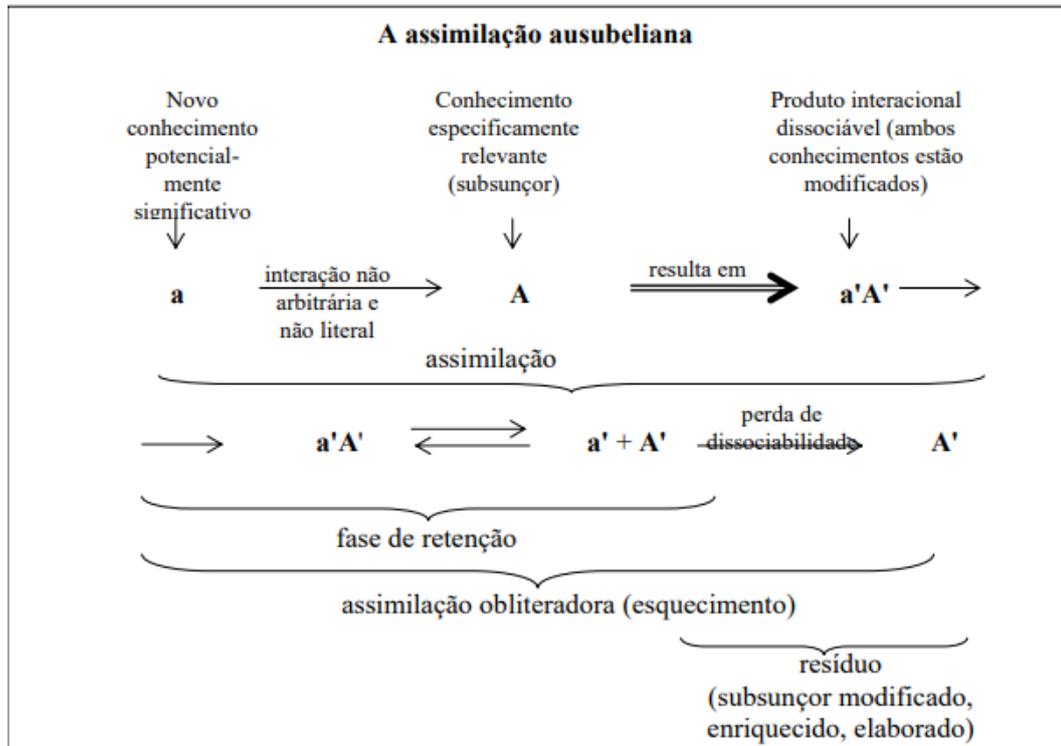
Atualmente, quando se fala sobre jogos há uma associação corriqueira nos trabalhos com o construtivismo. A sua explicação teórica para como ocorre o processo de ensino-aprendizagem pauta-se na teoria cognitivista para explicar como ocorrem os processos cognitivos (organização do conhecimento, processamento de informações) (MIZUKAMI, 1986).

Os principais representantes do cognitivismo são Piaget e Ausubel e, para essa teoria, segundo Moreira (2011):

“o conhecimento prévio é fundamental pois os modelos mentais são construídos a partir de conhecimentos que o indivíduo já tem em sua estrutura cognitiva e daquilo que ele percebe da nova situação, seja por percepção direta seja por alguma descrição ou representação dessa situação, desse novo conhecimento [...]” (MOREIRA, 2011, p. 36).

Dentro da abordagem cognitivista há a visão clássica de Ausubel, relacionada à aprendizagem significativa, onde há um conhecimento nos quais os novos conhecimentos se ancoram, chamado de subsunção. A interação entre os dois conhecimentos gera um novo conhecimento, que resulta na assimilação. (MOREIRA, 2011), como é possível observar na Figura 1:

Figura 1. Aprendizagem significativa pela visão cognitivista clássica de Ausubel.



Fonte: Moreira, 2011.

No entanto, embora esta seja uma das abordagens mais utilizadas na aplicação de jogos para o Ensino de Química, a psicologia histórico-cultural (PsoHC) oferece um aporte teórico para a sua aplicação em sala de aula (NETO; MORADILLO, 2016).

A PsiHC defende o papel do professor no aprendizado, pois cabe ao professor ensinar os conceitos científicos, que promoverão o desenvolvimento no indivíduo (NETO; MORADILLO, 2016). Desta forma, ao utilizar ferramentas como textos ou jogos no ensino, é necessário fazer com que o aluno goste do que está aprendendo, transformando a ação em atividade e desenvolvendo o psiquismo (funções psicológicas elementares (FPE), relacionadas à formação do ser humano biológico e, funções psicológicas superiores (FPS), relacionadas ao processo de aprendizagem) (NETO; MORADILLO, 2016).

Neste sentido os jogos se apresentam como uma estratégia didática, cabendo ao professor decidir a maneira com a qual o utilizará em sua aula.

As estratégias didáticas são ferramentas que auxiliam o professor a passar um determinado conteúdo e, entre elas encontram-se, por exemplo, a experimentação, o estudo de caso e as TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação) que, atualmente, são complementadas pelas TDIC, que dizem respeito às tecnologias digitais utilizadas, fazendo uso de aparelhos com acesso à internet, como celulares e computadores. Essas tecnologias são utilizadas na sala de aula sob a forma de softwares, aplicativos, equipamentos eletrônicos, mídias e plataformas interativas (DELAMUTA; DE SOUZA ASSAI; JÚNIOR, 2020).

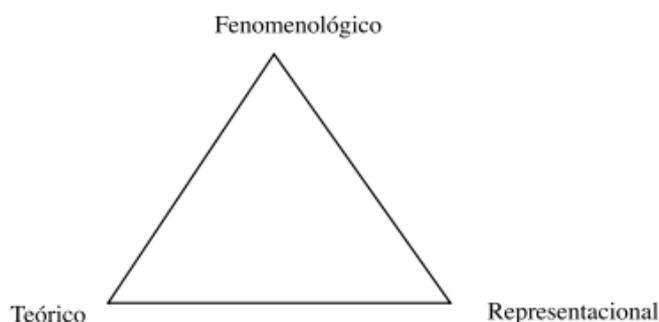
Sendo estratégias didáticas, as TDIC podem ser aplicadas em diferentes momentos da aula de acordo com a metodologia utilizada pelo professor em sala de aula, podendo ser utilizada na apresentação de um conteúdo ou para avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos ao final deste, por exemplo.

Também é necessário lembrar que, como docente, é necessário pensar que a Química possui três aspectos do conhecimento químico e que o jogo pode não contemplar a todos, necessitando da figura do professor para ensinar os conceitos (como visto acima, a falta de algum desses pilares pode ocasionar dificuldades no aprendizado dos alunos) (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 1999).

A saber, Johnstone propôs em 1993 os aspectos Químicos do conhecimento como sendo macroscópico, submicroscópico e simbólico sendo, posteriormente, adaptado por Mortimer (Maioralli, 2018).

Mortimer (1999) apresentou os aspectos que deveriam estar contidos no aprendizado Químico, separados em fenomenológico (macroscópico), teórico (submicroscópico) e representacional (simbólico) (Figura 2) (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 1999).

Figura 2. Aspectos do conhecimento para Mortimer.



Fonte: Mortimer; Machado; Romanelli, 1999.

O aspecto fenomenológico está relacionado aos aspectos macroscópicos da Química, representado por experimentos ou pela sua aplicação cotidiana (VICENTINI, 2018). O aspecto teórico representa as discussões a nível atômico-molecular, representado por teorias e modelos (VICENTINI, 2018). Já o aspecto representacional está ligado a símbolos e signos utilizado para representar fenômenos químicos, como os gráficos e as equações de reações (VICENTINI, 2018).

2.2 Jogos para o Ensino de Química

Os jogos são vistos como uma alternativa para o ensino, mas nem todos os jogos ensinam algo (SOARES, 2008). Quando visto como atividade lúdica ele é apenas uma ação divertida e que propicia prazer; ao vê-lo como brincadeira é retirado do jogo o caráter sério e as regras imutáveis, variando de local para local; o brinquedo está relacionado ao objeto, ao local em que o jogo agirá (SOARES, 2008).

O jogo educativo, por outro lado, possui o equilíbrio entre a função lúdica, propiciando prazer e diversão, e a educativa, ensinando algo que complete o saber do indivíduo (SOARES, 2008).

Dentro desse contexto os jogos sempre estiveram na vida das pessoas. Para os filósofos Platão (427-348 a.C.) e seu discípulo, Aristóteles (384-322 a.C.), a educação deveria ocorrer por meio de jogos (CUNHA, 2012). Para os maias e os egípcios o jogo ensinava valores, normas e padrões sociais (CUNHA, 2012). E, embora tenha ocorrido um declínio na utilização dos jogos (inclusive na vida social das pessoas) durante a Idade Média por serem considerados “pecado”, no Renascimento (século XVI), houve a retomada do uso dos jogos e o surgimento dos jogos educativos (CUNHA, 2012).

Atualmente há diversos trabalhos que apresentam jogos para o ensino de Química, abordando temas como Termoquímica, Equilíbrio Químico (SOARES, M.; 2004), Propriedades Periódicas (MAURI-AUCEJO; VILA; BELENGUER-SAPIÑA;

POLICER-CASTELL; FOLGADO-MATEU, 2021) e Química Orgânica (GOGAL; HEUETT; JABER, 2017).

A maior parte dos jogos costuma ser desenvolvida para o modelo presencial, sendo de cartas ou tabuleiro, pelo que foi possível verificar nos trabalhos acima. No entanto, uma alternativa escolhida atualmente, principalmente ao pensar no período de pandemia, é a confecção de jogos online. Alguns dos exemplos de jogos são os apresentados no trabalho de Leite (2017), que conta com as atividades online propostas por estudantes de diferentes turmas de Licenciatura em Química, como a criação de um “Laboratório virtual” e de jogos de “Substâncias químicas”, “Modelo de Rutherford”, “Propriedades periódicas” e “A química por trás do petróleo”.

No entanto, o estudante precisa entender que a diversão é o caminho para a aprendizagem e não o fim, necessitando que o conteúdo científico ocupe lugar central na ação de jogar (NETO; MORADILLO, 2016). Desta forma, “É necessário que o conceito que será aprendido, discutido ou retomado esteja claro para o estudante durante todo o jogo, caso contrário ele não ocupará lugar central na atividade realizada” (NETO; MORADILLO, 2016, p. 366).

Portanto, cabe também ao professor utilizar o jogo de modo a fazer com que aprender seja o aspecto principal da aula ao invés de jogar, possibilitando ao aluno adquirir interesse a ponto do estudo se tornar uma atividade (NETO; MORADILLO, 2016).

2.3 Astronomia no Ensino Médio

A Astronomia é um ramo que desperta o interesse de muitas pessoas, independentemente da idade, o que pode ser uma porta dos jovens para a entrada no mundo da Ciência (FRÓES, 2014).

Normalmente o ensino da Astronomia ocorre atrelado a outras disciplinas dentro do currículo de Ciências da Natureza, sendo que o interesse pelo tema surge por conta da educação não formal, que está presente, por exemplo, em jornais, em revistas, na internet e no cinema (PEIXOTO; KLEINKE, 2016).

Com a reforma do Ensino Médio e, tendo em vista os documentos curriculares, como a BNCC, Base Nacional Comum Curricular, a presença de

tópicos de Astronomia ocorre majoritariamente na área de Física, enquanto na Biologia eles não se fazem presentes e, na Química, quando são citados, o docente passa brevemente pela sua aplicação (FONSECA; ELIAS, 2021).

Dentro dos documentos oficiais e das pesquisas na área, os temas mais recorrentes são: Forma da Terra, Campo gravitacional, Dia e noite, Fases da lua, Órbita terrestre, Estações do ano e Astronomia Observacional, o que comprova o enfoque dentro da área de Física (LEÃO; TEIXEIRA, 2020).

Por outro lado, no meio científico, com maior sensibilidade dos equipamentos e com melhor resolução dos telescópios ocorridos nas últimas décadas foi possível estudar a Química presente na formação e composição das estrelas e dos planetas, criando um novo ramo de estudo chamado Astroquímica (MILLAR, 2015).

Portanto, uma maneira de despertar o interesse dos estudantes pela Química é o da introdução de aspectos de Astronomia em seus estudos, como visto na tese de Brandão (2021), sendo que não pode ser desconsiderado o papel importante do professor para possibilitar que o jogo não seja um fim por ele mesmo, resultando no interesse do aluno pelo estudo.

2.4 Tipos de jogos

No que diz respeito aos jogos físicos, são conhecidos muitos recursos, inclusive é possível acessar uma diversidade deles acessando o site do LEQUAL (Laboratório de Educação Química e Atividades Lúdicas), que pertence ao Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (<https://lequal.quimica.ufg.br/p/4054-jogos-diversos>).

Os jogos foram elaborados por Márton Soares, um dos pesquisadores mais citados na área no Brasil, e tratam sobre Tabela Periódica, Cinética Química e Radioatividade, por exemplo, indo desde o Juri até as versões de jogos conhecidos, como o UNO e o Banco Imobiliário.

No entanto, considerando a expansão tecnológica e o período de pandemia, há um novo leque de jogos, que são os virtuais. Desta forma, é possível simular experimentos (o que ocorre com o PhET) e ir além, fazendo com que o aluno possa se divertir e encontrar situações que o desafiem no processo do ensino.

Há a possibilidade de construir vários tipos de jogos, mas, os mais complexos, necessitam de uma *game engine* que, traduzida, é uma espécie de motor de jogo, ou seja, o local onde você desenha, elabora as fases, coloca a trilha sonora e roda o seu jogo, ou seja, onde elabora as mecânicas do jogo (FILHO; SANTOS; CAVAGIS; BENEDETTI, 2019).

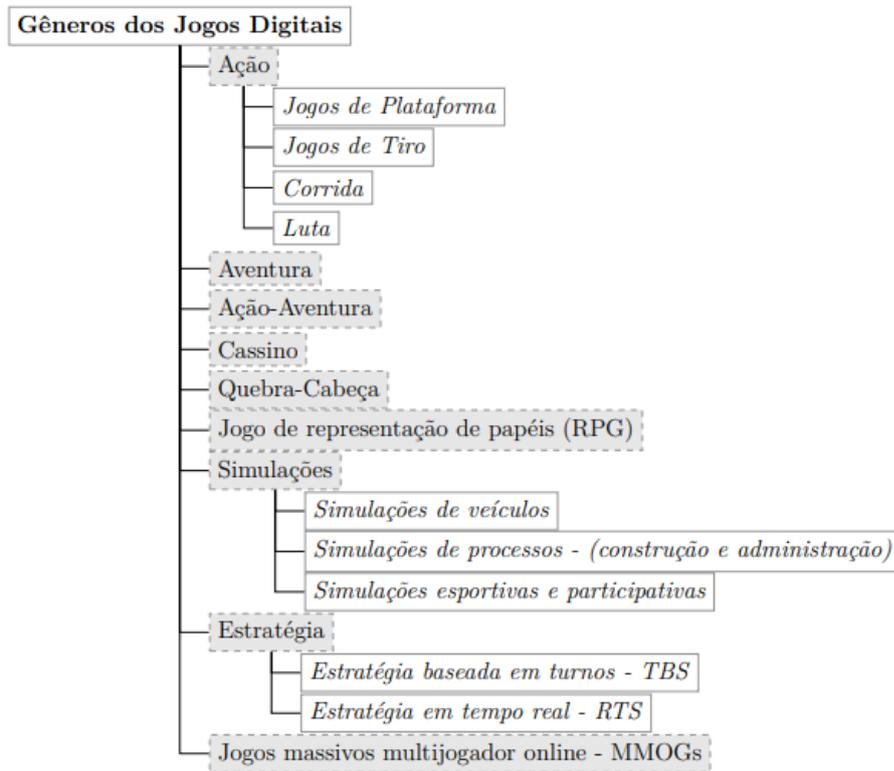
Para isso a maioria das *game engine* utilizam linguagem de computação, o que torna o jogo mais complexo na sua realização. E, para facilitar este processo, há as *game engine* que exigem linhas de comandos lógicos mais simples ao invés do uso da linguagem de programação direta, como o Construct 2, o Construct 3, o GDevelop 5 e a Unity, que são *softwares* de criação de jogos onde cada ação gera uma resposta (FILHO; SANTOS; CAVAGIS; BENEDETTI, 2019).

2.5 Jogos de Plataforma

Os jogos podem ser desenvolvidos para funcionar em celulares, na forma de aplicativos ou em computadores, na forma de softwares, além da possibilidade do jogo ser online, não necessitando da sua instalação no computador.

Ao pensar de uma maneira mais ampla, no jogo em si, há diversos gêneros de Jogos Digitais, como é possível observar na Figura 3:

Figura 3. Classificação dos jogos digitais.



Fonte: GUERREIRO, 2015.

Os jogos de ação são mais simples, necessitando de coordenação para destruir os adversários e evitar ser destruído (GUERREIRO, 2015). Os de aventura possuem exploração, coleta de itens, solução de quebra-cabeças, orientação em labirintos e decodificação de mensagens. Já os de ação-aventura possuem características de ambos os jogos, ora necessitando de movimentos rápidos, ora sendo necessário analisar e resolver quebra-cabeças (GUERREIRO, 2015).

Os jogos de cassino contêm os ditos “jogos de azar” jogados em cassinos, tais como roleta e caça-níquel (GUERREIRO, 2015). Os quebra-cabeças, como o nome já diz, fazem com que o jogador pense para resolver um problema e podem estar presentes em outros gêneros de jogos (GUERREIRO, 2015).

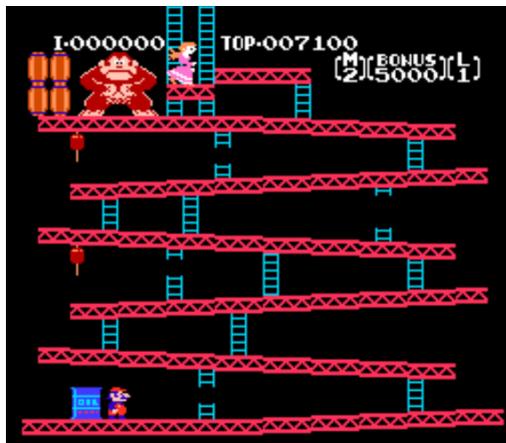
Nos jogos de representação de papéis (RPG) há uma narrativa elaborada e o jogador escolhe um personagem que quer ser, como elfo ou mago, que são classes presentes no jogo mais conhecido do gênero, o Dungeons and Dragons (D&D) (GUERREIRO, 2015).

Os jogos de simulação reproduzem experiências do mundo real (GUERREIRO, 2015). Nos jogos de estratégia o jogador precisa analisar como atingir uma meta utilizando recursos limitados (GUERREIRO, 2015). E, nos jogos massivos multijogador online (MMOGs) há a comunicação entre os jogadores, que competem e interagem entre si (GUERREIRO, 2015).

Assim, ao trazer o enfoque para os jogos de ação-aventura é possível encontrar subgêneros, como é o caso dos jogos de plataforma onde, frequentemente, o jogador precisa saltar e desviar de obstáculos que surgem no seu caminho (GUERREIRO, 2015).

Os jogos de plataforma começaram a ser lançados na década de 1980, sendo que o jogo Donkey Kong (Figura 4) foi o primeiro, saindo em 1981 (MINKKINEN, 2016). Inicialmente projetado como jogo de fliperama, ele foi adaptado para as gerações seguintes de consoles. O sucesso dos jogos de plataforma continuou e novos jogos foram lançados (MINKKINEN, 2016).

Figura 4. Donkey Kong, o primeiro jogo de plataforma (1981).



Fonte: MINKKINEN, 2016.

Nos anos 1990 houve o surgimento do Super Mario Bros (Nintendo) (MINKKINEN, 2016). A Nintendo e outras empresas consideraram que deveriam possuir um mascote para os seus jogos, que representam até hoje essas indústrias, sendo exemplo o Sonic the Hedgehog (Sega) e o Crash Bandicoot (Sony) (Figura 5) (MINKKINEN, 2016).

Figura 5. Super Mario World, Sonic e Crash Bandicoot (de cima para baixo).



Fonte: Google.

Outro aspecto a considerar é o de como são compostas as imagens do jogo. No caso do Donkey Kong ele é composto em 2D, onde o personagem possui os

movimentos nas quatro direções do plano e não há uma noção de profundidade (MINKKINEN, 2016).

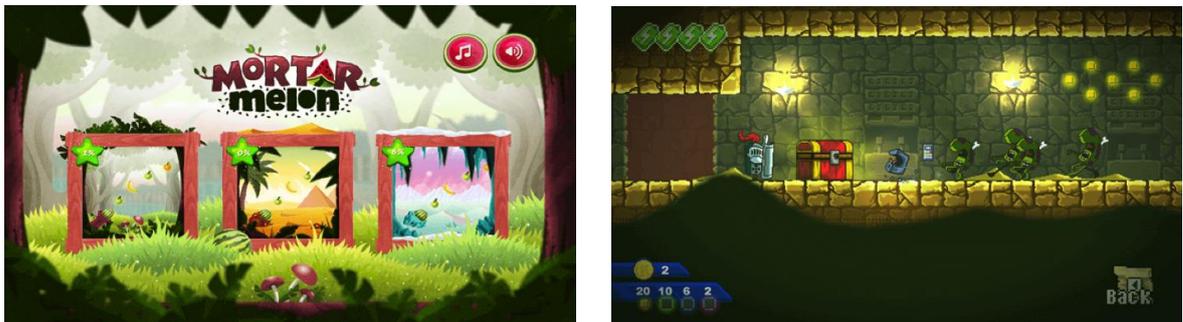
Também há aqueles jogos que são 2.5D, onde o cenário de fundo utiliza imagens 3D, mas mantém o movimento do personagem nas quatro direções do plano e, por fim, os 3D, onde é possível fornecer mobilidade tridimensional ao personagem, possibilitando que ele caminhe por todo o jogo e não apenas pelo plano (MINKKINEN, 2016).

2.6 Construct 2

Construct 2 é uma *game engine* projetada pela Scirra Ltda no ano de 2007. Esta versão foi aprimorada, resultando no Construct 3, que possui uma versão gratuita com movimentos limitados e uma versão paga. Em ambas há projetos pré-fabricados que podem ser utilizados para a confecção do jogo, sendo possível encontrar vários tutoriais no Youtube. Além disso, no site da empresa, é possível comprar componentes da tela (os chamados sprites).

Os jogos feitos com o Construct 2 podem ser exportados para aplicativos móveis, para a Web (HTML5) e para locais específicos, como o Facebook e a Chrome Store. Alguns dos jogos feitos com ele foram Mortar Melon e o CoinOpStory (Figura 6).

Figura 6. Imagens dos jogos Mortar Melon (à esquerda) e do CoinOpStory (à direita).



Fonte: Produção de jogos (Disponível em: <https://producaodejogos.com/construct-2/>).

3 OBJETIVOS

Investigar como está o cenário mundial das produções relacionadas a jogos para o ensino de Química através da Cienciometria e propor um jogo utilizando a Astronomia para atrair os estudantes, apresentando fases para auxiliar no aprendizado dos conceitos Químicos.

Objetivos específicos

- a) Selecionar os buscadores para a Cienciometria;
- b) Interpretar os dados de Cienciometria;
- c) Produzir um jogo de plataforma utilizando a Astronomia como base;
- d) Desenvolver minijogos de Química para serem jogados ao final de cada fase.

4 METODOLOGIA

As metodologias utilizadas neste trabalho estão relacionadas com a Cienciometria, utilizada para verificar como estão as pesquisas sobre jogos ao redor do mundo, e com o desenvolvimento do jogo, projetado para trazer conteúdos de Química utilizando um plano de fundo de Astronomia.

4.1 Cienciometria

O termo surgiu na URSS e na Europa Ocidental, tendo se difundido na década de 1960 nos Estados Unidos por meio dos trabalhos de Derek de la Solla Price, onde há a aplicação de técnicas matemáticas e estatísticas na ciência (SPINAK, 1996). E, através dela, é possível analisar a produção científica, relacionando publicações científicas, patentes, entre outros (SPINAK, 1996).

Desta forma, a Cienciometria designa métodos e resultados da medição, que estão sujeitos a um contexto e relacionam-se com outras áreas do conhecimento, como as Ciências da Informação e a Sociologia da Ciência (SPINAK, 1996). Ao utilizar esta técnica, é possível mapear um determinado campo científico e, por isso, ela vem avançando nos últimos anos (RAZERA, 2016).

Pensando na área educacional, boa parte dos trabalhos possuem uma vertente qualitativa, o que leva a uma lacuna nesta parte quantitativa (SPINAK, 1996). No caso do presente trabalho buscou-se associar a pesquisa com o conteúdo de Química e Jogos para a Educação. Desta forma, alguns buscadores foram pensados, sendo os principais relacionados na Tabela 1.

Tabela 1. Buscadores utilizados nas pesquisas.

Buscador 1	Buscador 2
Chem*	Chem*
Game	Online game
Education	Education

Fonte: Própria autora.

Para analisar os dados, acessou-se o portal do Web os Science, um dos portais mais utilizados e de mais fácil manejo para coleta de dados, colocando os buscadores, seguido de um refino para que estivessem os artigos relacionados com educação e apenas os artigos fossem considerados nos dados (para o buscador 1). Após isto, os artigos foram exportados como “arquivo de texto sem formatação” e os demais dados foram baixados para a criação das tabelas e gráficos. Cabe ressaltar que a pesquisa ocorreu no mês de dezembro de 2021 e, portanto, é possível que sejam obtidos resultados diferentes caso a pesquisa seja realizada novamente devido ao abastecimento constante da plataforma.

4.2 Desenvolvimento do jogo

O jogo conta a história de um astronauta que procura conhecer a Química dos outros planetas do sistema solar. Para isto há uma assistente para fornecer explicações e introduzir cada fase do jogo, contando com terrenos com rochas e perigos, bem como é possível encontrar elementos químicos no meio do percurso, que auxiliarão nas fases bônus, onde os minijogos serão de diferentes conceitos químicos.

Início do jogo: “Olá, eu sou Morgana e guiarei você por esta aventura. Faça parte de um programa de pesquisa com o foco em descobrir a Química presente em outros planetas. Você foi contratado para ser um dos nossos astronautas e viajará nos planetas do sistema solar em busca de conhecer um pouco mais sobre eles.”

O astronauta chamado Linus Pauling, numa tentativa de ensinar um pouco sobre a história da química, tem uma explicação histórica: “O personagem é Linus Pauling, que foi um Químico norte americano nascido no dia 28 de fevereiro de 1901. Ele recebeu o prêmio Nobel de Química pelos seus estudos com ligações químicas e, na Segunda Guerra Mundial, trabalhou com explosivos e desenvolveu um detector de oxigênio. Faleceu em 19 de agosto de 1994” (ZEWAIL, 1992).

Após a etapa inicial há uma etapa para que o jogador escolha o planeta no qual quer iniciar a aventura, estando organizados de acordo com a distância em

relação ao Sol: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, relacionando-se com a complexidade dos conteúdos aprendidos durante o ensino médio, público-alvo de estudantes.

Os elementos químicos mais abundantes dos planetas (Tabela 2) são coletados durante o jogo para que seja possível acessar o mini game com conceitos Químicos, que são apresentados em ordem crescente de complexidade ao distanciarem-se do Sol.

Tabela 2. Elementos químicos mais abundantes nos planetas do sistema solar.

Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno
Oxigênio (46%)	Carbono (32%)	Oxigênio (47%)	Oxigênio (43%)	Hidrogênio (92,5%)	Hidrogênio (90%)	Hidrogênio (83,3%)	Hidrogênio (78,7%)
Magnésio (12%)	Nitrogênio (3,5%)	Alumínio (8%)	Magnésio (5,5%)	Hélio (7,3%)	Hélio (10%)	Hélio (15%)	Hélio (5,5%)
Alumínio (7%)	Oxigênio (64%)	Silício (31%)	Alumínio (5,6%)	Carbono (0,1%)	Carbono (0,3%)	Carbono (1,7%)	Carbono (0,7%)
Silício (26%)	Enxofre (0,0007%)	Cálcio (3%)	Silício (23%)	Nitrogênio (0,03%)	Nitrogênio (0,01%)	Nitrogênio (0,3%)	Nitrogênio (0,2%)
Cálcio (4%)	Argônio (0,015%)	Ferro (4%)	Ferro (14%)	Oxigênio (0,02%)	Oxigênio (0,3%)	Enxofre (0,003%)	Oxigênio (15%)

Fonte: Lunar and Planetary Institute. Disponível em:

<<https://www.lpi.usra.edu/education/IYPT/>>. Acesso em: 25 de jul. de 2021.

Antes de começar cada fase no jogo são fornecidas algumas informações sobre os planetas, retiradas do site da NASA (<https://solarsystem.nasa.gov/planets/overview/>). Após a escolha da “fase” o jogador passará por um percurso em que irá “recolher” os elementos, mas tendo que enfrentar os obstáculos que irão em sua direção.

Mercúrio: “Mercúrio é o planeta mais próximo do sol, seu ano dura 69 dias terrestres, é o menor planeta do sistema solar, não possuindo luas. Ele é definido como um planeta rochoso, chegando a temperaturas de 430 °C durante o dia e -180 °C durante a noite e sua atmosfera é composta por oxigênio (O₂), sódio (Na), hidrogênio (H₂), hélio (He) e potássio (K). Os átomos que explodem na superfície criam as suas crateras”.

No minijogo, o tema abordado possui relação com a **Tabela Periódica**, onde os elementos mais abundantes do planeta deverão ser colocados em uma tabela periódica, organizados de acordo com o seu número atômico. Com isto, será pedido para que o aluno coloque a qual família pertencem os elementos e como seria a sua ordem crescente de eletronegatividade e raio atômico, mediante a observação da tabela periódica, que possui as devidas informações.

Vênus: “Vênus é o segundo planeta do sistema solar, seu ano dura 124 dias terrestres e é conhecido como gêmeo da Terra em relação ao seu tamanho e estrutura, embora possua calor extremo e atmosfera tóxica. O efeito estufa do planeta gera uma temperatura de 480 °C e a sua atmosfera é composta de ácido sulfúrico (H₂SO₄). Ele é um planeta rochoso, possuindo vulcões e montanhas em sua superfície e foi nomeado pelos antigos com o nome da deusa romana do amor e da beleza”.

No minijogo o tema abordado possui relação com os **Modelos Atômicos** e, estarão na tela, os quatro cientistas responsáveis pelos principais modelos atômicos (Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr), bem como o nome dos seus modelos e ao aluno caberá encaixar fichas com as características dos modelos, bem como sua representação, embaixo do modelo respectivo.

Terra: “A Terra é o terceiro planeta do sistema solar, ficando a 150 milhões de quilômetros do Sol. Seu ano dura 365 dias, ela é um planeta rochoso, possui uma lua e a maior parte da atmosfera é composta por nitrogênio (N₂) e oxigênio (O₂). Por conta da sua atmosfera impede que meteoros atinjam a superfície”.

No minijogo o tema abordado possui relação com as **Ligações Químicas** e o estudante terá os elementos do planeta e terá mais alguns na tela. Caberá ao estudante juntar dois ou mais elementos para formar moléculas que ele deverá nomear.

Marte: “Marte é o quarto planeta do sistema solar, seu ano dura 687 dias terrestres e possui duas luas. Ele é um planeta rochoso, com temperaturas entre 20 °C e -153 °C por conta de sua fina atmosfera, que possibilita que o calor do Sol escape facilmente. Sua atmosfera é composta de dióxido de carbono (CO₂), argônio (Ar), nitrogênio (N₂) e vapor de água. O seu terreno é composto por minerais de ferro

oxidado, que geram a sua coloração, o que gerou o seu nome, dado pelos antigos com o nome do deus romano da guerra”.

No minijogo o tema abordado possui relação com a **Cinética Química** haverá um béquer ao lado esquerdo contendo uma solução e o objetivo será mudar a sua coloração através da reação. Mas, para que a reação aconteça, o jogador deverá caminhar em um labirinto no estilo Pacman recolhendo itens correspondentes aos fatores que alteram a velocidade da reação: concentração dos reagentes, superfície de contato, temperatura e catalisador. E, para fornecer um desafio, haverá itens com cor diferente que reduzem a velocidade da reação.

Júpiter: “Júpiter é o quinto planeta do sistema solar, seu ano dura 1.812 dias terrestres e é o maior planeta do sistema solar. Ele possui 75 luas, algumas com condições para abrigar vida. É um dos planetas que possui anéis e, embora o seu interior seja sólido, ele é caracterizado como um gigante gasoso, com atmosfera composta por hidrogênio (H₂) e hélio (He). Possui uma temperatura em torno de -110 °C.

No minijogo o tema abordado possui relação com a **Escala de pH** e, para isto, o jogador contara com seis tubos de ensaio com um líquido e numerados, onde poderá escolher entre os indicadores fenolftaleína e azul de bromotimol para descobrir se as substâncias são ácidas ou básicas. Além disso, o jogador contará com papéis tornassol para verificar o pH das substâncias e definir, através do encaixe de cartas qual substância está presente em cada frasco. Para auxiliar o aluno haverá um menu de ajuda contendo o pH de cada uma das substâncias.

Saturno: “Saturno é o sexto planeta do sistema solar, seu ano dura 10.759 dias terrestres e possui 82 luas e 7 anéis. Sua temperatura é cerca de -178 °C e ele é um gigante gasoso composto principalmente por hidrogênio (H₂) e hélio (He). Não possui uma superfície verdadeira. Ele possui pressões elevadas e, no seu interior, há um núcleo de ferro (Fe) e níquel (Ni) envolto por hidrogênio metálico líquido.

No minijogo o tema abordado possui relação com a **Nomenclatura de Compostos Orgânicos** e haverá uma torre de destilação de petróleo na qual o aluno ligará o aquecimento e verá a saída dos hidrocarbonetos, necessitando nomeá-los para concluir o minijogo.

Urano: “Urano é o sétimo planeta do sistema solar, seu ano dura 30.687 dias terrestres e, diferente dos demais planetas, gira de lado. Ele possui 27 luas, é quase quatro vezes maior que a Terra e conta com anéis. Ele é um gigante de gelo, formado por água (H₂O), metano (CH₄) e amônia (NH₃) acima de um núcleo rochoso. Próximo ao núcleo a temperatura chega a 4.982 °C. Sua temperatura é de -224 °C e sua atmosfera é composta por hidrogênio (H₂) molecular, hélio atômico (He) e metano (CH₄).

No minijogo o tema abordado possui relação com as **Funções Inorgânicas** e o jogador deverá jogar um jogo da memória onde deverá combinar as funções das moléculas com as nomenclaturas correspondentes.

Netuno: “Netuno é o oitavo planeta do sistema solar, seu ano dura 60.190 dias terrestres, é quatro vezes maior que a Terra e possui anéis. Ele é um gigante de gelo, formado por água (H₂O), metano (CH₄) e amônia (NH₃) acima de um núcleo rochoso. Próximo ao núcleo a temperatura chega a 7.000 °C. Sua temperatura é de -245 °C e sua atmosfera é composta por hidrogênio (H₂) molecular, hélio atômico (He) e metano (CH₄) e é o planeta em que mais venta, com ventos nove vezes mais fortes que os da Terra.

No minijogo o tema abordado possui relação com **Biocombustíveis e Bioenergia** haverá seis questões de múltipla escolha para que os alunos respondam a alternativa certa. Para cada alternativa certa a barra lateral ficará mais cheia, possibilitando que o carro chegue até a sua casa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões encontram-se organizados como na seção de metodologia, estando os resultados de Cienciometria organizados de acordo com os dois buscadores utilizados. Já na seção do jogo são apresentados os recursos utilizados para a sua criação, bem como algumas imagens do início do jogo.

5.1 Cienciometria

A cienciometria foi utilizada para mapear a área de estudo e, para isso, os artigos mais citados foram lidos sem, no entanto, que fossem utilizados para o capítulo de Introdução do presente trabalho, uma vez que a pesquisa visava oferecer uma dimensão da área de pesquisa.

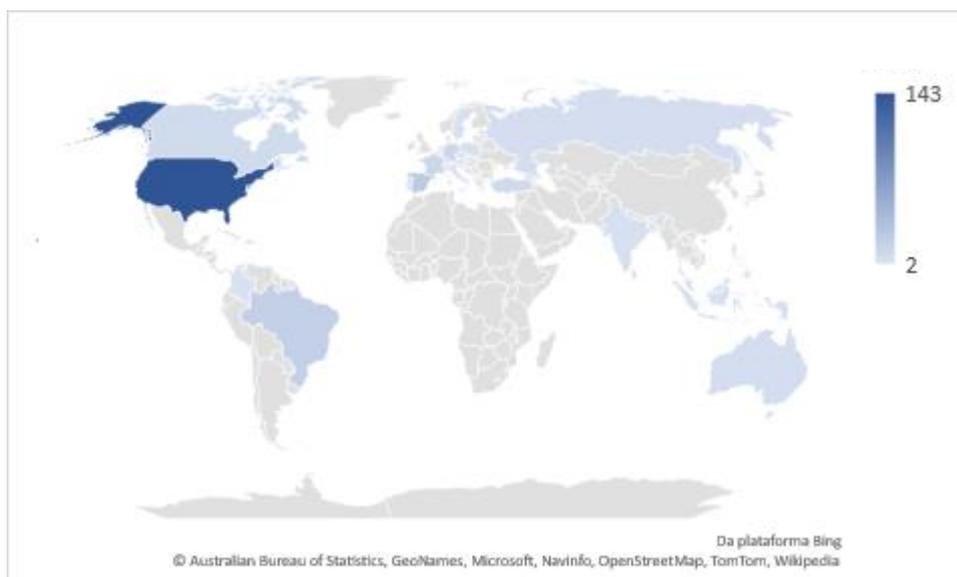
Através dos dados coletados para a cienciometria, tem-se que, para o primeiro buscador “chem*” AND “game” AND “education”, após o refino (seleção de artigos e na área de educação), foram obtidos 327 resultados. Para o segundo buscador “chem* AND “online game” AND “education” foram obtidos 5 resultados, sem a necessidade de refiná-los. Em ambos os casos o termo *chem* encontra-se com o asterisco para englobar termos com mesmo prefixo, que poderiam ser *chemistry* ou *chemical*.

Algumas combinações de palavras não geraram resultados, como *“chem*” AND “astronomy” AND “game”* e, para a pesquisa de *“chemistry” AND “platform game”* houve apenas 2 resultados, ambos para a parte de simulação, o que foge do escopo deste trabalho.

Primeiro buscador: “chem*” AND “game” AND “education”

Inicialmente foram coletadas informações a respeito da produção de artigos, com as quais foi possível verificar os países com mais produções, como apresentado no mapa abaixo:

Figura 7. Distribuição dos artigos ao redor do mundo.



Fonte: Própria autora.

Os Estados Unidos, onde encontram-se as sedes das maiores empresas de videogames, está em primeiro lugar como o país com maior número de artigos (143) na pesquisa realizada no Web of Science, seguido dos países apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Os 10 países com maior número de artigos.

País	Artigos	%
EUA	143	43.731
ESPANHA	27	8.257
BRASIL	21	6.422
INGLATERRA	18	5.505
FRANÇA	14	4.281
ALEMANHA	13	3.976
TURQUIA	11	3.364
CANADÁ	10	3.058
TAIWAN	9	2.752
AUSTRÁLIA	7	2.141

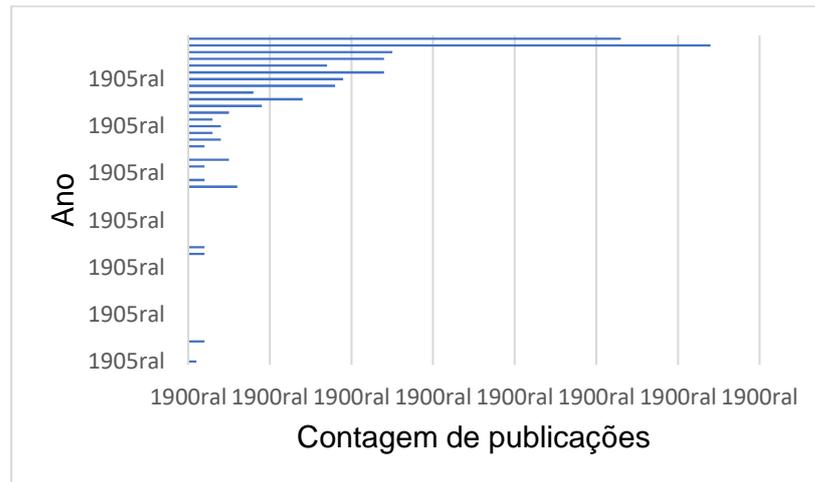
Fonte: Própria autora.

Ao total havia 35 países com publicações, sendo que os países destacados representam mais de 50% da produção científica mundial e merecem destaque,

principalmente pela presença do Brasil nos três primeiros, o que significa que essa área vem se desenvolvendo no país.

Um outro detalhe importante a analisar é que produção de artigos vem crescendo com o tempo, como apresentado na Figura abaixo:

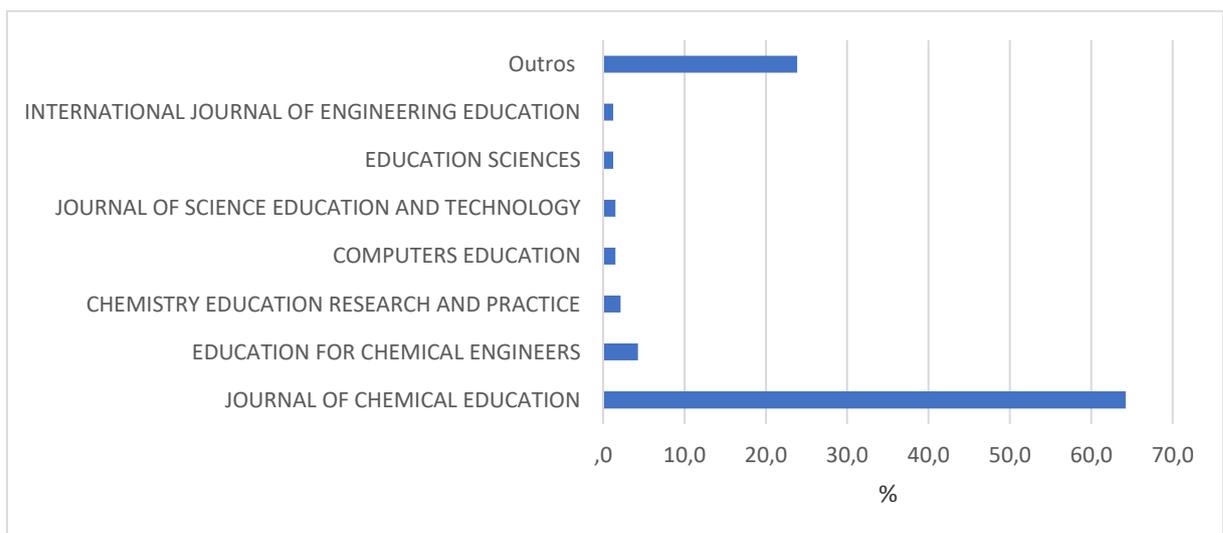
Figura 8. Gráfico com o aumento de publicações com o passar do tempo.



Fonte: Própria autora.

Além desses dados foram verificados os periódicos que obtiveram maior quantidade de publicações, como consta no gráfico da Figura 9.

Figura 9. Gráfico com a porcentagem de artigos publicados pelas revistas da área.



Fonte: Própria autora.

Nota-se que mais de 60% das publicações foram do *Journal of Chemical Education* e, na categoria “Outros” estão todos os periódicos que possuem menos de 1% das publicações, o que representa a importância do periódico para a área.

Ao analisar os 10 trabalhos mais citados encontrados com o primeiro buscador é possível obter o autor ou os autores do artigo, o seu título, o TC (total de citações), a MC (média de citações desde o ano em que o artigo foi publicado), o periódico no qual ele foi publicado e o ano da sua publicação, que foram organizados na Tabela 4.

Tabela 4. Dados dos 10 trabalhos mais citados.

AUTOR(ES)	TÍTULO	TC	MC	PERIÓDICO	ANO
MERCHANT, Z.; GOETZ, E. T.; CIFUENTES, L.; KEENEY- KENNICUTT, W; DAVIS, T.J.	Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis	500	62,5	Computers & Education	2014
NEBEL, S.; SCHNEIDER, S.; REY, G. D.	Mining Learning and Crafting Scientific Experiments: A Literature Review on the Use of Minecraft in Education and Research	57	9,5	Education Technology & Society	2016
DIETRICH, N.	Escape Classroom: The Leblanc Process-An Educational Escape Game	50	12,5	Journal of Chemical Education	2018
ESTOP, E.	Virtual and Printed 3D Models for Teaching Crystal Symmetry and Point Groups	45	6,43	Journal of Chemical Education	2015
ANTUNES, M.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANELA, M.	Design and Implementation of an Educational Game for Teaching Chemistry in Higher Education	44	4,4	Journal of Chemical Education	2012
SCHERER, R.; TIEMANN, R.	Factors of problem-solving competency in a virtual chemistry environment: The role of metacognitive knowledge about strategies	43	4,3	Computers & Education	2012
BLONDER, R.; SAKHNINI, S.	Teaching two basic nanotechnology concepts in secondary school by using a variety of teaching methods	42	4,2	Chemistry Education Research and Practice	2012

CAPPS, K.	Chemistry taboo: An active learning game for the general chemistry classroom	39	2,79	Journal of Chemical Education	2008
AZIZAN, M. T.; MELLON, N.; RAMLI, R. M.; YUSUO, S.	Improving teamwork skills and enhancing deep learning via development of board game using cooperative learning method in Reaction Engineering course	37	9,25	Education for Chemical Engineers	2018
COSTA, M. J.	CARBOHYDECK: A card game to teach the stereochemistry of carbohydrates	37	2,47	Journal of Chemical Education	2007

Fonte: Própria autora.

Com relação à quarta referência, por ser de modelo para impressão 3D, está um pouco deslocada do objeto da pesquisa. Porém, ao analisar os demais dados, tem-se que metade dos artigos mais citados foram publicados pela *Journal of Chemical Education*, o que concorda com os resultados obtidos como revista que mais publicou artigos.

Outro aspecto a observar é que normalmente os artigos mais antigos possuem uma média de citações maiores, o que não ocorre no caso, visto que o primeiro artigo foi publicado em 2014 e possui índice de 62,5 citações por ano, enquanto o último artigo foi publicado em 2007 e apresenta 2,47 citações por ano.

Isso gera algumas questões relacionadas com o tipo de artigo e com a classificação da revista em que o artigo foi publicado. E, ao comparar o primeiro e o décimo artigos obtém-se que o *Computers & Education* possui um fator de impacto de 8,538 e o *Journal of Chemical Education*, 1,814, o que pode influenciar nas buscas pelo artigo daquela revista, mesmo com o grande número de produções do *Journal of Chemical Education*.

O conteúdo do artigo “*Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis*” apresenta os dados obtidos do efeito da tecnologia de realidade virtual (jogos, simulações e mundos virtuais) através da análise dos estudos na área, o que resultou que os jogos apresentam maiores ganhos de aprendizagem do que as simulações e mundos virtuais, bem como funcionou como um direcionamento sobre como conduzir as atividades em sala de aula.

O conteúdo do artigo “*CARBOHYDECK: A card game to teach the stereochemistry of carbohydrates*” era sobre a aplicação do jogo de cartas *Carbohydeck* para auxiliar na identificação e diferenciação de isômeros monossacarídeos através da comparação das cartas que os alunos pensam se referir a um par de isômeros, identificando o tipo de isomerismo. Os resultados obtidos foram que o jogo estimulou a motivação e o comprometimento dos alunos e os fez observar atentamente os compostos.

Assim, é possível verificar que ambos os artigos são relevantes dentro da temática, sendo que o primeiro artigo, por seu caráter mais analítico e centrado nas tecnologias modernas, possui mais citações do que o segundo artigo.

Segundo buscador: “chem* AND “online game” AND “education”

Como houve poucos resultados, a maioria pode ser apenas descrita, diferente do que ocorreu com o buscador anterior. No caso dos países dos artigos, 2 deles foram publicados pelos Estados Unidos, 2 pela Rússia e 1 pela Alemanha. E os anos de publicação foram 2012 (1 artigo), 2016 (2 artigos) e 2019 (2 artigos). De forma similar ao primeiro buscador, foi obtida a Tabela 5.

Tabela 5. Dados dos artigos.

AUTOR(ES)	TÍTULO	TC	MC	PERIÓDICO	ANO
FRANCO, J.	Online Gaming for Understanding Folding, Interactions, and Structure	17	1,7	Computers & Education	2012
ACHTERMAN, R. R.	Minds at Play: Using an Online Protein Folding Game, FoldIt, To Support Student Learning about Protein Folding, Structure, and the Scientific Process	2	0,67	Journal of Microbiology & Biology Education	2019
KOCHETKOV, N. V.	Socio-psychological aspects, depending on the online games and the method of its diagnosis	2	0,33	Social Psychology and Society	2016

MELNIVOV, A. S.; SHUVALOV, V.; KHODYNA, N.; SCHERBAKOVA, M.; ELBAEK, L.; MAJGAARD, G.; VALENTE, A.; KHALID, M. S.	Allotrop:Reaction": An Example of Massively Multiplayer On-Line Role-Playing Game Construction for STEM Education in School"	0	0	Proceedings of the 13th International Conference on Game Based Learning	2019
LINDNER, M.; NEUBERT., P.; RUSEK, M.	Landyous - An Online Game in Classroom Teaching	0	0	Projektové Vyučování V Přírodních Předmětech XIII	2016

Fonte: Própria autora.

Através dos dados da tabela é possível perceber que os dois últimos trabalhos, por serem de congresso, não possuem citações, o que reduz a importância deles para esta análise. E, com relação aos outros trabalhos, as citações são expressivamente menores do que as apresentadas com o primeiro buscador, indicando que os artigos podem não possuir tanta relevância para a área.

De maneira similar à Tabela 4 os anos de publicação não influenciam na média de citações. Um dado interessante é que a mesma revista é responsável pelos dois artigos mais citados em ambas as tabelas, ainda que o artigo de 2012 (TC = 17) possua quantidade de citações bem menores que a do de 2014 (TC = 500) presente na tabela anterior.

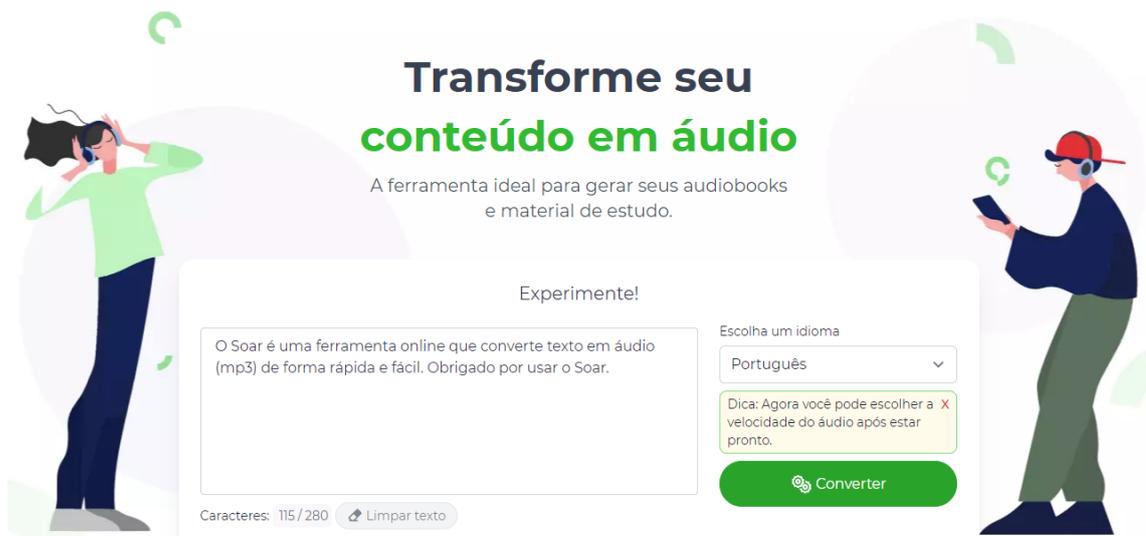
O número menor de publicações também pode estar relacionado às palavras utilizadas na busca, uma vez que muitos dos artigos da Tabela 5 contêm aspectos da utilização de jogos digitais.

5.2 Jogo

O jogo foi realizado com o formato 4:3 em *landscape*, sendo que as suas medidas foram de 800 x 600 pixels. E, para elaborar os componentes do jogo foram necessários alguns sites.

Para converter o texto em voz foi utilizado o Soar, que possui um número máximo de caracteres e permite baixar o áudio em MP3 (Figura 10).

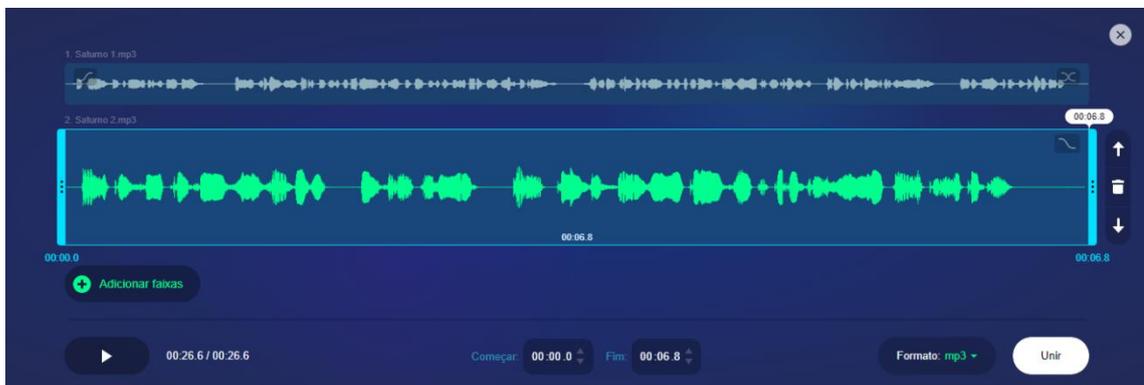
Figura 10. Tela do Soar, site utilizado para converter texto em voz.



Fonte: <https://www.soarmp3.com/>

Por conta do limite de caracteres, houve a necessidade de utilizar um site para juntar os arquivos de áudio gerados, sendo escolhido o Audio-joiner (Figura 11).

Figura 11. Tela do Audio-joiner, site utilizado para juntar arquivos de áudio.



Fonte: <https://audio-joiner.com/pt/>

Outra necessidade foi converter os arquivos de áudio de MP3 para o formato OGG, que possui maior qualidade e tamanho menor, pois os navegadores como Microsoft Edge e Chrome não suportam outros formatos de arquivo. Para isto foi utilizado o Online Audio Converter (Figura 12).

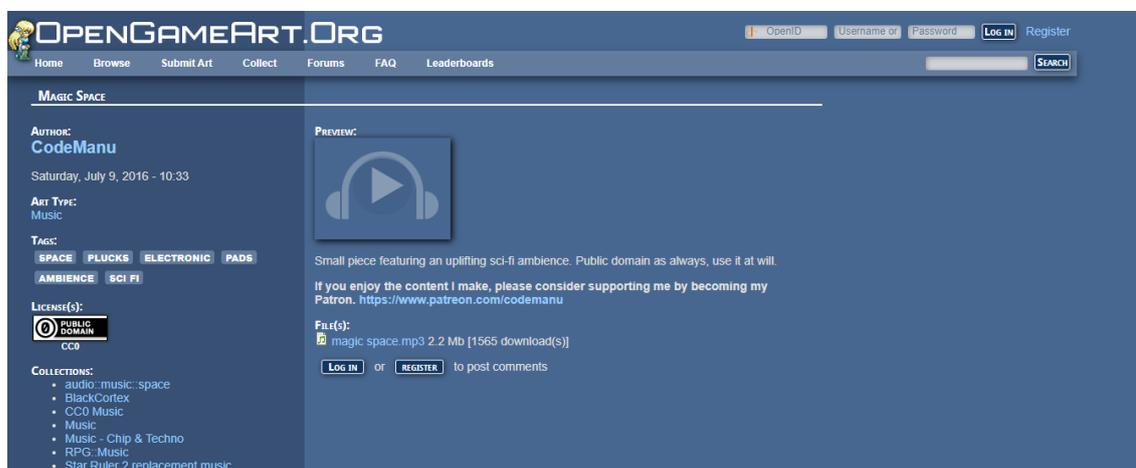
Figura 12. Online Audio Converter, site utilizado para converter os áudio MP3 em OGG.



Fonte: <https://online-audio-converter.com/pt/>

A trilha sonora do jogo, Magic Space, foi obtida no Open Game Art, sendo gratuita e de domínio público (Figura 13).

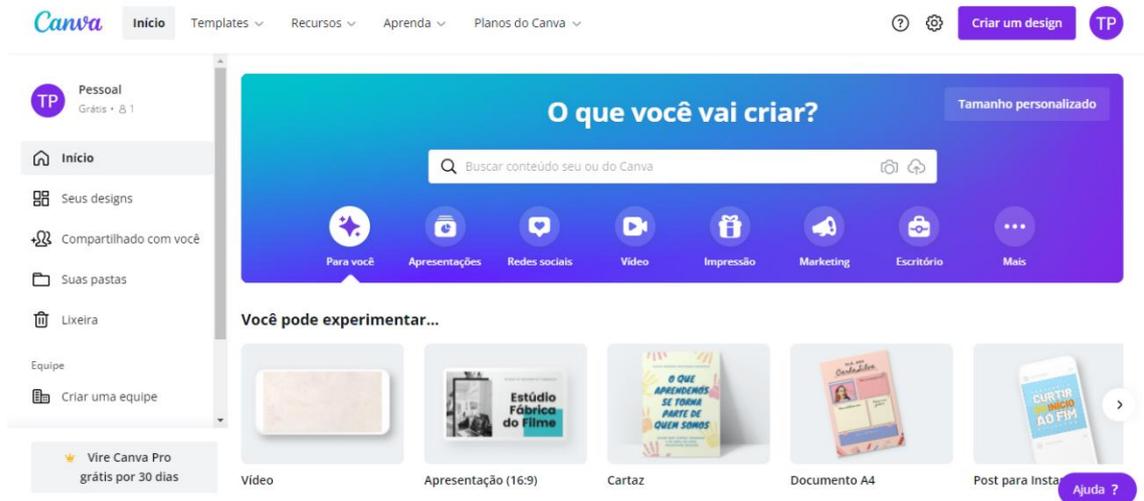
Figura 13. Open Game Arte, site da trilha sonora do jogo.



Fonte: <https://opengameart.org/content/magic-space>

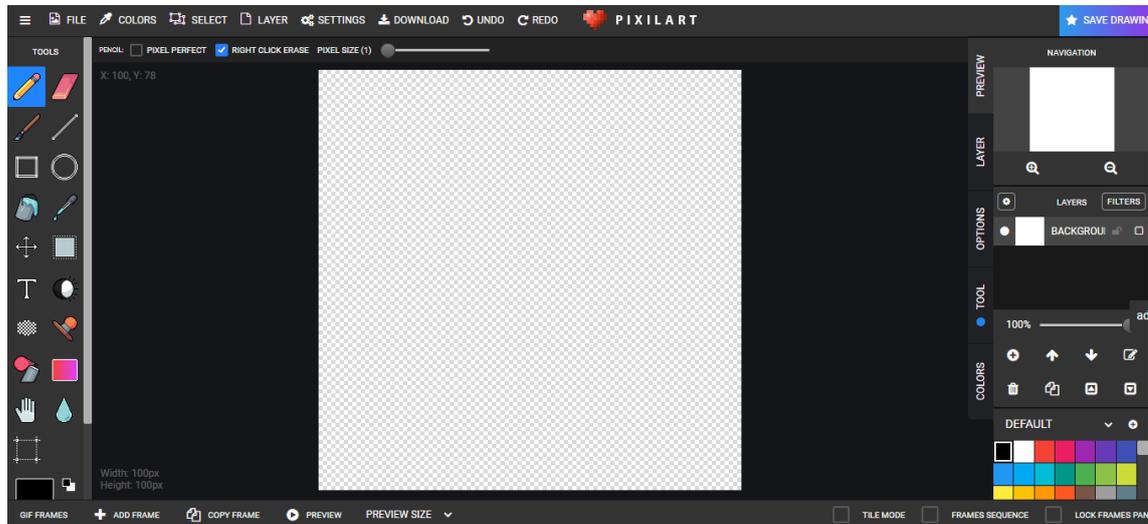
Para as imagens utilizadas no jogo foram utilizados o Canva e o Pixilart. No Canva (Figura 14) foram feitos o background e a tela inicial do jogo, por exemplo. Já no Pixilart (15) foram feitos os personagens e itens como as setas na tela.

Figura 14. Canva, site utilizado para produzir algumas artes do jogo.



Fonte: <https://www.canva.com/>

Figura 15. Pixilart, site utilizado para fazer personagens e itens.



Fonte: <https://www.pixilart.com/>

Quando foi necessário remover o fundo de uma imagem, foi utilizado o Removebg (Figura 16).

Figura 16. Removebg, site utilizado para remover o fundo das imagens.



Fonte: <https://www.remove.bg/pt-br>

Desta forma, é possível apresentar algumas das telas do jogo. Na Figura 17 encontra-se a tela inicial do jogo e, na Figura 18, a apresentação da Morgana.

Figura 17. Tela inicial do jogo, nomeado como Chem Beyond.



Fonte: Própria autora.

Figura 18. Tela de apresentação de personagem.



Fonte: Própria autora.

Já a tela do jogo começa com a escolha do planeta/assunto a ser abordado, como está na Figura 19, sendo que as imagens dos planetas foram obtidas através do site da NASA.

Figura 19. Começo do jogo, iniciando com a escolha do planeta e do assunto.



Fonte: Própria autora.

Também é necessário mencionar que o jogo foi criado com o auxílio de tutoriais do Youtube, como o presente no canal Jogosgratispro.com (<https://www.youtube.com/channel/UCLTRPqKdWi0ckkmg1jqZRvg>).

6 CONCLUSÃO

A área tecnológica está em constante expansão, sendo que os jogos caminham com o seu desenvolvimento, promovendo novas oportunidades de ensino-aprendizagem.

Considerando os dados obtidos, há diversos periódicos de qualidade para publicar os artigos, sendo o *Computers & Education* um dos melhores entre os analisados.

Dentro desse contexto outro dado de destaque é que, embora os Estados Unidos possuam a maior quantidade de pesquisas na área, o Brasil aparece em terceiro lugar nas publicações, indicando o crescimento da pesquisa e utilização do jogo como recurso nas aulas de Química.

Outro fator importante pode ser relacionado aos jogos digitais que, embora sejam relativamente pouco explorados, são uma ótima alternativa para o ensino, proporcionando aulas cada vez mais atreladas às inovações tecnológicas.

Com relação às pesquisas efetuadas no *Web of Science* também é necessário ressaltar que a mudança de algumas palavras-chave poderia ter trazido um resultado diferente, bem como a busca em outros sites de periódicos.

Portanto, a criação de um jogo digital de Química, não só está de acordo com as pesquisas verificadas através da Cienciometria, como possui o potencial de alcançar mais pessoas de diferentes locais e em diferentes anos, podendo ser aprimorado e melhorado com o passar do tempo, tornando a sua aplicação um meio de alcançar mais facilmente os alunos, despertando o seu interesse pelos conteúdos Químicos.

Com relação ao jogo, apesar das dificuldades encontradas na sua confecção, isto foi possível, necessitando apenas postá-lo para a continuação do trabalho, propondo-se a aplicação do jogo em sala de aula a fim de verificar os aprendizados conceituais trazidos por ele aos alunos e a sua jogabilidade.

REFERÊNCIAS

ACHTERMAN, R. R. Minds at play: Using an online protein folding game, Foldit, to support student learning about protein folding, structure, and the scientific process. **Journal of microbiology & biology education**, v. 20, n. 3, p. 100, 2019.

ANTUNES, M.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANELA, M. Design and Implementation of an Educational Game for Teaching Chemistry in Higher Education. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 4, p. 517-521, 2012.

AZIZAN, M. T.; MELLON, N.; RAMLI, R. M.; YUSUO, S. Improving teamwork skills and enhancing deep learning via development of board game using cooperative learning method in Reaction Engineering course. **Education for Chemical Engineers**, v. 22, p. 1-13, 2018.

BLONDER, R.; SAKHNINI, S. Teaching two basic nanotechnology concepts in secondary school by using a variety of teaching methods. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 13, n. 4, p. 500-516, 2012.

BRANDÃO, K. A. **Proposta de aprendizagem para o ensino de astronomia e química utilizando o jogo como ferramenta didática**. 2021. 147 f. Tese (Mestrado em Ensino de Astronomia), Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

CAPPS, K. Chemistry taboo: An active learning game for the general chemistry classroom. **Journal of chemical education**, v. 85, n. 4, p. 518, 2008.

COSTA, M. J. Carbohydrack: a card game to teach the stereochemistry of carbohydrates. **Journal of Chemical Education**, v. 84, n. 6, p. 977, 2007.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações teóricas para a sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DELAMUTA, B. H.; DE SOUZA ASSAI, N. D.; JÚNIOR, S. L. S. O ensino de Química e as TDIC: uma revisão sistemática de literatura e uma proposta de webquest para o ensino de Ligações Químicas. **Research Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020.

DIETRICH, N. Escape Classroom: The Leblanc Process-An Educational Escape Game. **Journal of Chemical Education**, v. 95, n. 6, p. 996-999, 2018.

ESTOP, E. Virtual and Printed 3D Models for Teaching Crystal Symmetry and Point Groups. **Journal of Chemical Education**, v.92, n. 8, p. 1338-1343, 2015.

FILHO, E. B.; SANTOS, C. G. P.; CAVAGIS, A. D. M.; BENEDETTI, L. P. S. Desenvolvimento e aplicação de um jogo virtual no ensino de Química. **Informática na educação: teoria & prática**, v. 22, n. 3, 2019.

FONSECA, M. O.; ELIAS, M. A. E onde está a Astronomia? Análise do ensino de Astronomia no Ensino Médio com base nos documentos nacionais. **Arquivos do Mudi**, v. 25, n. 1, p. 26-43, 2021.

FRANCO, J. Online gaming for understanding folding, interactions, and structure. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 12, p. 1543-1546, 2012.

FRÓES, A. L. D. Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, 2014.

GOGAL, K.; HEUETT, W.; JABER, D. CHEMCompete: An Organic Chemistry Card Game to Differentiate between Substitution and Elimination Reactions of Alkyl Halides. **Journal of Chemical Education**, v. 94, n. 9, p.1276-1279, 2017.

GUERREIRO, M. A. S. **Os efeitos do Game Design no processo de criação de Jogos Digitais utilizados no Ensino de Química e Ciências - O que devemos considerar?** 2015. 298 f. Tese (Mestrado em Educação para a Ciência), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2015.

KOCHETKOV, N. V. Socio-psychological aspects, depending on the online games and the method of its diagnosis. **Social Psychology and Society**, p. 161, 2016.

LEÃO, R. S. C.; TEIXEIRA, M. R. F. A educação em astronomia na era digital e a BNCC: convergências e articulações. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n. 30, p. 115-131, 2020.

LEITE, B. S. Gamificando as aulas de química: uma análise prospectiva das propostas de licenciandos em química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n. 2, 2017.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, nº 136, p. 95-101, 2012.

LINDNER, M.; NEUBERT., P.; RUSEK, M. Landyous - An Online Game in Classroom Teaching. **Projektove Vyucovani V Prirodnich Premedtech XIII**, p. 87, 2016.

MAIORALLI, A. P. **Elaboração de significados com o uso de representações químicas no Ensino Superior de Química**. 2018. 112 f. Tese (Mestrado em Ensino e Processos Formativos), Instituto de Biotecnologia, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São José do Rio Preto, São Paulo, 2018.

MAURI-AUCEJO, A. R.; VILA, C.; BELENGUER-SAPIÑA, C; POLICER-CASTELL, E.; FOLGADO-MATEU, J. V. Is it possible to learn inorganic formulation by playing a card game? **International Conference on University Teaching and Innovation**, v. 11, 2021.

MELNIVOV, A. S.; SHUVALOV, V.; KHODYNA, N.; SCHERBAKOVA, M.; ELBAEK, L.; MAJGAARD, G.; VALENTE, A.; KHALID, M. S. Allotrop:Reaction": An Example of Massively Multiplayer On-Line Role-Playing Game Construction for STEM Education in School". In: **European Conference on Games Based Learning**. Academic Conferences International Limited, p. 1016-XX, 2019.

MERCHANT, Z.; GOETZ, E. T.; CIFUENTES, L.; KEENEY-KENNICUTT, W; DAVIS, T.J. Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. **Computers & Education**, v. 70, p. 29-40, 2014.

MILLAR, T. J. Astrochemistry. **Plasma Sources Science and Technology**, v. 24, 2015.

MINKKINEN, T. **Basics of Platform Games**, 2016.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino**: As abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986.

Disponível em: <<https://interdisciplinarmackenzie.files.wordpress.com/2015/02/livro-ensino-as-abordagens-do-processo-mizukami.pdf>>. Acesso em: 02 de jun. de 2021.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa**. Porto Alegre, 2016.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, p. 273-283, 2000.

NEBEL, S.; SCHNEIDER, S.; REY, G. D. Mining Learning and Crafting Scientific Experiments: A Literature Review on the Use of Minecraft in Education and Research. **Education Technology & Society**, v. 19, n. 2, p. 355-366, 2016.

NETO, H. S. M.; MORADILLO, E. F. O lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, 360-368, 2016.

PEIXOTO, D. E.; KLEINKE, M. U. Expectativas de estudantes sobre a astronomia no ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n. 22, p. 21-34, 2016.

RAZERA, J. C. C. Contribuições da Cienciometria para a área brasileira de Educação em Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 22, p. 557-560, 2016.

SCHERER, R.; TIEMANN, R. Factors of problem-solving competency in a virtual chemistry environment: The role of metacognitive knowledge about strategies. **Computers & education**, v. 59, n. 4, p. 1199-1214, 2012.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no ensino de Química: teoria, métodos e aplicações. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 14., 2008, Curitiba: UFPR.

SOARES, M. H. F. B. **O lúdico em Química: Jogos e atividades aplicados ao ensino de Química**. 2004. 219 f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SPINAK, E. **Dicionário enciclopédico de bibliometria, cienciometria e informetria**. Caracas: UNESCO, 1996.

VICENTINI, T. V. M. F. **Estudos das abordagens de conhecimento, das representações mentais e dos obstáculos epistemológicos em livros didáticos de Química**.

Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 122, 2018.

ZEWAIL, A. H. **The Chemical bond: structure and dynamics**. Boston: Ed. Academic Press, 1992.