



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL
BACHARELADO EM SISTEMAS E MÍDIAS DIGITAIS**

DAVID MACEDO DO NASCIMENTO

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL EM FORMA DE JOGO
HÍBRIDO PARA AUXILIAR ALUNOS NO APRENDIZADO DO CONTEÚDO DE
INTERAÇÕES INTERMOLECULARES**

FORTALEZA

2021

DAVID MACEDO DO NASCIMENTO

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL EM FORMA DE JOGO
HÍBRIDO PARA AUXILIAR ALUNOS NO APRENDIZADO DO CONTEÚDO DE
INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

Monografia apresentada ao Curso de Sistemas e Mídias Digitais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título Bacharel em Sistemas e Mídias Digitais.

Orientador: Prof. Dr. Antônio José Melo Leite Júnior.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N194d Nascimento, David Macedo do.

Desenvolvimento de um aplicativo móvel em forma de jogo híbrido para auxiliar alunos no aprendizado do conteúdo de interações intermoleculares / David Macedo do Nascimento. – 2021.

52 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual, Curso de Sistemas e Mídias Digitais, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Antônio José Melo Leite Júnior.

1. Jogo híbrido. 2. Interações intermoleculares. 3. Aplicativo móvel. I. Título.

CDD 302.23

DAVID MACEDO DO NASCIMENTO

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL EM FORMA DE JOGO
HÍBRIDO PARA AUXILIAR ALUNOS NO APRENDIZADO DO CONTEÚDO DE
INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

Monografia apresentada ao Curso de
Sistemas e Mídias Digitais da
Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial à obtenção do título
Bacharel em Sistemas e Mídias Digitais.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio José Melo Leite Júnior (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. George Allan Menezes Gomes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Nunes da Silva Júnior
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço imensamente à toda minha família e principalmente aos meus pais, Pedro e Adaluzia, por terem me dado todo o apoio e condições para que eu realizasse esse sonho e não desistisse de alcançar uma formação de nível superior pública e de qualidade proporcionada pela Universidade Federal do Ceará, uma instituição que tenho profundo respeito e sempre irei admirar. A minha conquista também é de vocês.

Ao curso de Sistemas e Mídias Digitais, que desde o começo me acolheu, incentivou e desafiou, proporcionando os melhores anos da minha vida. Tenho muito orgulho em ter acertado na escolha de curso e um profundo respeito por todos os profissionais que encaram diariamente todos os desafios que a docência apresenta. Meu agradecimento a todos os professores que fazem e fizeram parte do corpo docente da instituição, especialmente a aqueles que dividiram seus conhecimentos comigo de alguma forma. Ao dividir, vocês somaram à minha vida.

À minha parceira nos estudos e no amor, Sarah, que fez os meus dias mais lindos e que me ajudou nos momentos mais difíceis, nunca me deixando desistir ou recuar. Sou uma pessoa mais comprometida com meus objetivos e com minha vida por tudo que você tem me mostrado, obrigado querida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio José Melo Leite Júnior, que me ajudou durante todo o período de graduação, tanto no ensino, como na pesquisa e extensão. Inclusive por ter aceitado esse desafio de orientação e ter disposto de uma imensa compreensão comigo durante todo esse período. Admiro sua excelência e profissionalismo, desejo-lhe muito sucesso e meu mais profundo obrigado.

Agradeço também à banca examinadora, Prof. Dr. George Allan Menezes Gomes e Prof. Dr. José Nunes da Silva Júnior, pois ambos somaram positivamente à minha trajetória acadêmica, de forma teórica e prática, obrigado por aceitarem o convite, pelo tempo, por todas as colaborações e sugestões.

Agradeço à Container Digital Jr, empresa júnior do curso, que com o objetivo de impactar a vida dos outros, acabou impactando muito mais a minha.

Agradeço a todos os colegas de curso, especialmente à turma de 2017.1. Cada um fez essa trajetória ser mais leve, agradável e prazerosa durante o dia-a-dia

desses últimos quatro anos, posso dizer que muito do que aprendi nessa jornada se deu também nos corredores do bloco. Levo vocês para a vida.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um jogo híbrido, de nome *Interactions 500*, formado por uma aplicação digital para *smartphones*, além de um tabuleiro físico, contendo conteúdo de revisão de tópicos relacionados à Interações Intermoleculares. Para isso, buscou-se apresentar uma solução que contemplasse os principais aspectos de criação de um aplicativo do gênero, para com isso descrever as tecnologias e práticas postas em prática durante o seu desenvolvimento. A partir da aplicação criada, um experimento foi realizado entre alunos do curso de Química da UFC e alunos da Universidade de Montpellier, na França, para avaliar principalmente questões relacionadas ao design, conteúdo, jogabilidade, utilidade, usabilidade e aprendizado. Ao final do estudo, acredita-se que os objetivos do presente trabalho tenham sido alcançados e compreende-se que de maneira geral, a utilização do *Interactions 500* como uma ferramenta educacional para auxiliar os alunos na revisão de tópicos relacionados às Interações Intermoleculares gerou benefícios consideráveis ao aluno.

Palavras-chave: Jogo híbrido. Interações Intermoleculares. Aplicativo móvel.

ABSTRACT

This work aims to present the development of a hybrid game, named Interactions 500, formed by a digital application for smartphones, in addition to a physical game board, containing content for reviewing topics related to Intermolecular Interactions. To this end, was sought to present a solution that contemplated the main aspects of creating an application of its kind, in order to describe the technologies and practices put into practice during its development. From the created application, an experiment was carried out among students of the Chemistry course at UFC and students at the University of Montpellier, in France, to evaluate mainly issues related to design, content, gameplay, utility, usability and learning. At the end of the study, it is believed that the objectives of the present work have been achieved and it is understood that, in general, the use of Interactions 500 as an educational tool to assist students in reviewing topics related to Intermolecular Interactions generated considerable benefits to the student.

Keywords: Hybrid game. Intermolecular Interactions. Mobile App.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Mapa Mental	22
Figura 2	- Diagrama de Jogabilidade	23
Figura 3	- Tabuleiro do jogo	24
Figura 4	- Telas da aplicação no pré-jogo	25
Figura 5	- Telas da aplicação na partida	26
Figura 6	- Botão de direção	27
Figura 7	- Exemplo de espaços de trincheira	28
Figura 8	- Diagrama de equipe de criação	28
Figura 9	- Diagrama de usuário	29
Figura 10	- Diagrama de interface	30
Figura 11	- Telas do menu inicial	31
Figura 12	- Botões presentes na aplicação	32
Figura 13	- Janelas exibindo a variação de idiomas	33
Figura 14	- Diagrama de arquitetura	33
Figura 15	- Alunos jogando remotamente	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultados da avaliação quantitativa	40
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pontuação SUS	43
Tabela 2 – Teste t de Student	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Complexidade no ensino de Química	15
2.2 Tipos de Jogos	16
2.2.1 Jogos de tabuleiro	16
2.2.2 Jogos digitais	17
2.2.3 Jogos híbridos	18
3 TRABALHOS RELACIONADOS	20
4 SOLUÇÃO	21
4.1 Apresentação	21
4.1.1 Jogabilidade	22
4.2 Aspectos de Criação	28
4.2.1 Equipe de Criação	28
4.2.2 Usuário	29
4.3 Aspectos de implementação	30
4.3.1 Interface	30
4.3.2 Arquitetura	33
4.4 Solução Implementada	34
5 EXPERIMENTO	35
5.2 Jogando Remotamente	37
6 RESULTADOS OBTIDOS	39
6.1 Avaliação Quantitativa	39
6.2 Avaliação Qualitativa	40
6.3 Avaliação de Usabilidade	42
6.2 Avaliação do Aprendizado	44
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
8 REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE A - IMAGENS EM MAIOR RESOLUÇÃO	51
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SUS	54

1 INTRODUÇÃO

Na última década, houve um grande aumento da utilização de dispositivos móveis. De acordo com uma pesquisa do Pew Research Center (2019), quando se discute sobre a posse de *smartphones*, em países ricos a média de pessoas que os possuem era de 76%, enquanto que em países emergentes essa média era de 45%. Ainda que essa diferença seja grande, esses dados demonstram que a disseminação desse tipo de dispositivo móvel já alcança atualmente grande parte da população mundial. Ainda de acordo com a pesquisa, foi estimado que mais de 5 bilhões de pessoas possuam algum aparelho móvel, sendo que mais de 50% desse número de usuários dispõem especificamente de *smartphones*.

Sendo assim, é possível afirmar que esses dispositivos já estão inseridos no cotidiano de muitas pessoas, e conseqüentemente mudaram as relações entre elas. Hoje esses aparelhos são utilizados para se comunicar, socializar, e entre outras diversas funções, também para estudar. Sendo assim, diversos professores, em diversas áreas do conhecimento, já utilizam os benefícios que esses aparelhos trazem para ajudar seus alunos no processo de aprendizagem. Como aponta Hitzschky (2019, p. 1):

A utilização de recursos digitais vem se tornando expressiva nos ambientes educacionais. Hoje existe uma preocupação contemporânea em inserir as chamadas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) nas práticas pedagógicas, para atender as demandas de comunicabilidade, conhecimento e formação profissional existentes.

E dentre as TICs com finalidade educacional, temos os Recursos Educativos Digitais (RED), que, de forma geral, são ferramentas e instrumentos utilizados nos processos de ensino e de aprendizagem, como portais educacionais, softwares e apps educativos, objetos de aprendizagem (OA) em suas mídias variadas, como as de texto, imagem, áudio, vídeo e animação (MEDEIROS, 2018).

A partir disso, é possível compreender a importância dos REDs como abordagens metodológicas que auxiliam o processo de ensino-aprendizagem. E dentre a gama de ferramentas possíveis de serem desenvolvidas para esse fim, estão os jogos educacionais que, segundo Tarouco (2004), podem ser ferramentas eficientes de instrução, pois aliam o divertimento com o aprendizado, gerando no

usuário a retenção no conteúdo podendo ensinar e, ainda, aperfeiçoar as funções mentais e intelectuais do jogador.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um jogo híbrido, chamado de Interactions 500, formado por uma aplicação digital para *smartphones*, contendo conteúdo de tópicos relacionados às Interações Intermoleculares, além de um tabuleiro físico, para avaliá-lo entre alunos do curso de Química da UFC e alunos de Ciências Biológicas da Universidade de Montpellier, na França, no que diz respeito a revisão dos conteúdos relacionados às Interações Intermoleculares.

Para uma melhor compreensão, o presente trabalho está organizado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentado o referencial teórico para esse trabalho. Na Seção 3, discute-se os trabalhos relacionados ao desenvolvimento deste trabalho. Já na Seção 4, apresenta-se a solução desenvolvida, explicando como se deu cada um dos principais pontos do desenvolvimento deste trabalho. Na Seção 5, é exposta a fase de experimentação da solução. Na Seção 6, discorre-se sobre os resultados obtidos a partir do experimento e por fim na Seção 7, apresentam-se as considerações finais e trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O meio acadêmico, principalmente a área de ensino, sempre buscou novas ferramentas para ampliar os meios de aprendizagem, como instrumentos que complementam a didática dos professores e promovam uma melhora no rendimento dos alunos, além de, muitas vezes, tentar tornar todo o processo em algo mais divertido e prazeroso. Nas últimas décadas isso tem sido particularmente posto em evidência, principalmente pelo crescente interesse em experiências e processos que promovam o desenvolvimento cognitivo, não só verbalmente, mas também através do meio visual, como as desenvolvidas eletronicamente entre humanos e computadores para serem aplicadas no meio pedagógico (FIGUEIREDO; PAZ; JUNQUEIRA, 2015).

Então, desde que os recursos digitais passaram a estar presentes no cotidiano do ser humano, principalmente com o lançamento de computadores pessoais ao alcance da sociedade civil, novas formas de usar tecnologias da informação na educação foram surgindo, disponibilizando muitas formas para auxiliar na resolução de problemas concretos relacionados à aprendizagem que podem reduzir a qualidade do aprendizado de certas disciplinas presentes no ensino regular brasileiro (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003), como, por exemplo, a Química.

2.1 Complexidade no ensino de Química

Desde que foi inserida como disciplina regular no ensino médio brasileiro, em 1931 (LIMA, 2013), a química foi conquistando espaço na vida cotidiana dos alunos e, conseqüentemente, do país. Ainda que com o passar dos anos ela tenha sido reformulada algumas vezes para se atualizar e adequar melhor ao ensino, sua essência não sofreu muitas mudanças desde a última proposta de reformulação, em 2006, permanecendo com informações muitas vezes desconectadas com a realidade vivida pelos alunos e professores (BRASIL, 2006). Independente das capacidades cognitivas do aluno, o aproveitamento de todas as suas potencialidades pode não ser plenamente realizado, o que resulta em um processo de aprendizagem prejudicado. Isso pode derivar de fatores diversos, sendo eles emocionais, orgânicos ou sociais (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

No entanto, percebe-se que a maior parte das dificuldades dos alunos é de natureza conceitual (OSMAN; SUKOR, 2013), por exemplo, não se conseguindo distinguir de maneira correta diferentes interações intermoleculares entre espécies ou até mesmo dificuldades em habilidades básicas como elaborar desenhos de estruturas de Lewis ou atribuir cargas formais quando necessário (RODRIGUES; SILVA; QUADROS, 2011).

Além de problemas específicos com os tópicos intrínsecos da Química, foram também identificados problemas em Matemática, que é uma disciplina muitas vezes diretamente ligada à Química, que podem causar um impacto negativo no processo de aprendizagem. Muitos conceitos matemáticos são importantes e se transformam em ferramentas de auxílio na compreensão e solução de problemas relacionados à Química (MARZABAL; DELGADO; MOREIRA; BARRIENTOS; MORENO, 2018).

Felizmente, ainda com relação a esses problemas presentes no processo de ensino-aprendizagem, existem ferramentas digitais que permitem a criação de atividades de aprendizagem, onde os alunos podem desenvolver seus conhecimentos e capacidades cognitivas através da criação de recursos digitais multimídia, traçando estratégias para contornar limitações e auxiliar na eliminação de dificuldades no aprendizado, especialmente ao se utilizar de ambientes lúdicos, como os jogos educacionais (LÓPEZ-NEIRA, 2017).

2.2 Tipos de Jogos

Existem diversas maneiras de se conceituar um jogo, a seguir são explicados alguns conceitos relevantes que caracterizam vários tipos de jogos e que embasam a fundamentação teórica deste trabalho.

2.2.1 Jogos de tabuleiro

Existem muitos tipos de jogos, educacionais ou não. Dentre os mais difundidos estão os que se encaixam na categoria de tabuleiros, ou jogos de mesa, tais como os conhecidos Xadrez, Banco Imobiliário, Batalha Naval, Ludo, Gamão, Jogo da Vida, Detetive e War. Cada um desses jogos detém características particulares como regras, número limite de jogadores, duração das partidas, objetivos e gênero. Estes jogos têm sido muito difundidos culturalmente, além de

terem a vantagem de que podem ser jogados independente do lugar e hora. Ao mesmo tempo que jogos sem tabuleiro podem depender de condições espaciais ou mesmo temporais específicas, que geralmente não são possíveis de controlar além de não possuírem muitas limitações em relação a número de jogadores simultâneos (PEREIRA; FUSINATO; NEVES, 2009).

Na visão de Schaeffer (2006), “jogos em grupo possibilitam aos indivíduos trabalharem com a regularidade, o limite, o respeito e a disciplina, por meio de ações necessariamente subordinadas às regras. Todos esses aspectos se fazem importantes para a vida do indivíduo em sociedade”.

2.2.2 Jogos digitais

De acordo com Schuyttema (2008), um jogo digital é definido por uma atividade lúdica em que ações e decisões resultam em uma condição final. Essas ações e decisões são limitadas por um universo e um grupo de regras, que são controlados por um programa de computador. Tal universo gera um contexto para as ações do jogador, e cria um ambiente compatível com a narrativa do jogo enquanto regras determinam o limite dessas ações, além das suas consequências. Inclusive, as regras criam desafios, a fim de gerar dificuldades ou até mesmo impossibilitar o jogador de alcançar os objetivos determinados.

A partir de uma visão mais objetiva, Battaiola (2000) declara que um jogo digital é dividido em três partes: o seu enredo, motor e interface de interação. O enredo estabelece o tema, a trama, os objetivos do jogo e a sequência com a qual os acontecimentos surgem. Já o motor do jogo, também chamado de *engine*, é o meio que comanda a reação do ambiente à quaisquer ações e decisões do jogador, modificando o estado desse ambiente para se adequar às atitudes do jogador. Por fim, a interface de interação permite a comunicação do jogador com o motor do jogo, criando um fluxo entre a entrada das ações do jogador e a saída com respostas audiovisuais, a partir das modificações de estado do ambiente, e apresentando-a ao jogador.

Então, a partir de um paralelo entre as definições de jogos digitais apresentadas por ambos autores, é possível identificar que a maior parte, senão todos os elementos utilizados na argumentação, excetuando o caráter digital da mídia em questão, também se aplicam aos jogos numa visão mais ampla.

No entanto, percebe-se que boa parte das formas de entretenimento eletrônico são individualizadas. Mesmo jogos de computador *multiplayer* forçam uma situação onde cada participante, ainda que presentes no mesmo ambiente, permanecem em seus lugares, ou, no caso, no seus próprios computadores. Há geralmente um contato físico reduzido ou inexistente entre os jogadores (PEREIRA; FUSINATO; NEVES, 2009). Nesse momento, o surgimento e o desenvolvimento de jogos para dispositivos móveis podem preencher essa lacuna.

Nas últimas duas décadas as tecnologias móveis tiveram uma evolução suficiente para que determinados conjuntos de comportamentos se tornassem onipresentes na rotina das pessoas, como o de entretenimento por meio de jogos digitais. Jogos para essas tecnologias móveis vem sendo uma das maiores fatias desse cenário, respondendo por mais de 42% do mercado mundial de jogos (LOPEZ-FERNANDEZ, 2018).

Entre as principais características presentes nos jogos digitais estão a conectividade com a internet e a localização em tempo real, as quais permitem novas experiências que são criadas a partir da evolução tecnológica, como foi no lançamento de *Pokémon Go*¹, em 2016, que se consolidou como um jogo híbrido de grande sucesso ao aliar as qualidades dessa classe de jogo com elementos que incentivam a socialização (DE SOUZA E SILVA, 2017).

2.2.3 Jogos híbridos

No fim do Século XX, a crescente popularização dos jogos digitais coincidiu com, ou ocasionou, uma redução de compras e conseqüente redução de investimento nos jogos de tabuleiro. Entretanto, a partir dos anos 2000, consolidou-se uma nova renascença dos jogos de tabuleiro, desta vez mais autoral, com novas mecânicas e novas interfaces, muito provavelmente inspiradas e adaptadas aos jogos digitais (DUARTE, 2012, p. 134). Esse fluxo bilateral de conhecimentos, linguagens visuais e mecânicas vêm proporcionando novas experimentações em ambas as plataformas, tabuleiro e digital. Dessas experimentações nasce o jogo híbrido a partir da fusão de jogos de tabuleiro e jogos digitais, os quais já compartilhavam uma conjuntura simbiótica.

¹ https://pokemongolive.com/pt_br/

Como exemplo, jogos híbridos podem ser tabuleiros contendo peças que são movimentadas pelos jogadores através de uma trilha, com um ou mais caminhos, e em paralelo os jogadores usam um *software*, como um aplicativo de *smartphone*, para controlar algumas ações, como determinar aleatoriamente um desafio ou pergunta a ser analisada. Assim, o número de espaços que devem ser movidos por uma peça na trilha do tabuleiro em uma determinada rodada é definido pelo sucesso ou não em resolver o desafio proposto pelo *software*.

Sumarizando, um jogo híbrido combina características encontradas em jogos físicos (de tabuleiro) e digitais. Ele é geralmente composto por um tabuleiro físico e peças, como jogos de tabuleiro tradicionais, mas utilizam uma ou mais partes eletrônicas para tornar viáveis jogabilidades desenvolvidas no meio digital (ROCHA, 2019).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Jogos, tanto físicos quanto digitais, podem e devem ser utilizados como recurso didático na aprendizagem de conceitos no ensino de ciências e, mais especificamente, no ensino de Química, pois proporcionam motivação na aprendizagem, revisão de conceitos, desenvolvimento de habilidades de busca e problematização, dentre outros benefícios (DA CUNHA, 2012).

De acordo com Guerreiro (2015), entre os jogos de Química que mais são mencionados na literatura, estão os desenvolvidos com cartas, onde muitos deles são variações de jogos já conhecidos, como Super Trunfo², os quais são descritos como possíveis de serem utilizados em sala de aula. Há também variações de jogos de perguntas e respostas, que podem ser confeccionados com materiais como papel e cartolina, o que reduz seus custos. Ainda de acordo com o mesmo autor, dentre os jogos digitais ainda há uma certa escassez de títulos produzidos na língua portuguesa, o que dificulta o acesso de jovens sem o conhecimento em uma língua estrangeira.

E no que tange especificamente aos jogos híbridos, alguns se encaixam na classificação de jogos educacionais para o ensino de Química, como por exemplo alguns dos títulos produzidos pelo Laboratório de Desenvolvimento de Softwares Educacionais da Universidade Federal do Ceará³. Há jogos como o Ácidos e Bases⁴, que auxilia estudantes a compreenderem os conceitos relacionados ao tema de ácidos e bases orgânicas (DA SILVA JÚNIOR, 2020a), ou o Reactions⁵, focado em revisar conteúdos ligados às reações de compostos orgânicos, para alunos de cursos superiores (DA SILVA JÚNIOR, 2020b). Ambos os títulos podem ser jogados em grupo ou sozinho, e funcionam apresentando partidas onde são exibidas questões aleatórias relacionadas aos conteúdos específicos. Ao responder corretamente cada uma das questões, o jogador pode movimentar uma peça por um tabuleiro, disponibilizado para impressão nos próprios aplicativos.

² <https://www.lojagrow.com.br/super%20trunfo>

³ <http://ldse.ufc.br/>

⁴ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.LDSE.tabletopcard>

⁵ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.LDSE.reactions>

4 SOLUÇÃO

No intuito de aproveitar os pontos positivos relativos à aprendizagem que os jogos educacionais podem proporcionar, foi proposta a criação de um jogo híbrido, chamado de Interactions 500, que funcionasse como uma alternativa na revisão dos conceitos relacionados às Forças Intermoleculares, não substituindo as metodologias de ensino tradicionais, mas sim se tornando uma alternativa complementar para melhorar o aprendizado.

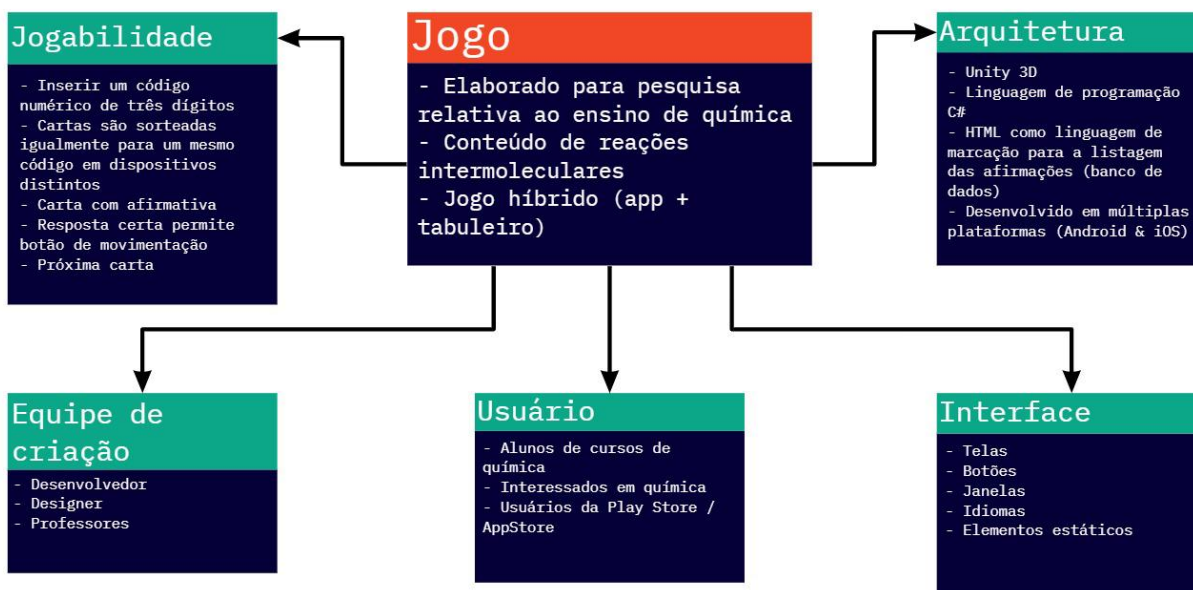
Para fins de melhor visualização, algumas imagens a seguir também estão disponíveis em dimensões maiores no Apêndice A deste trabalho.

4.1 Apresentação

Para representar as fases de elaboração desta solução, foi criado um Mapa Mental (Figura 1) onde os principais pontos de desenvolvimento são apresentados e divididos em diagramas, juntamente com os principais elementos que os compõem.

Para uma melhor compreensão dos processos de proposição e de desenvolvimento do jogo criado, a seguir são apresentadas suas principais características e, em paralelo, os seus respectivos diagramas, que contém a apresentação do jogo com suas regras, além dos aspectos de criação e implementação. Os termos negritados nos textos a seguir representam os elementos dos referidos diagramas.

Figura 1 - Mapa Mental

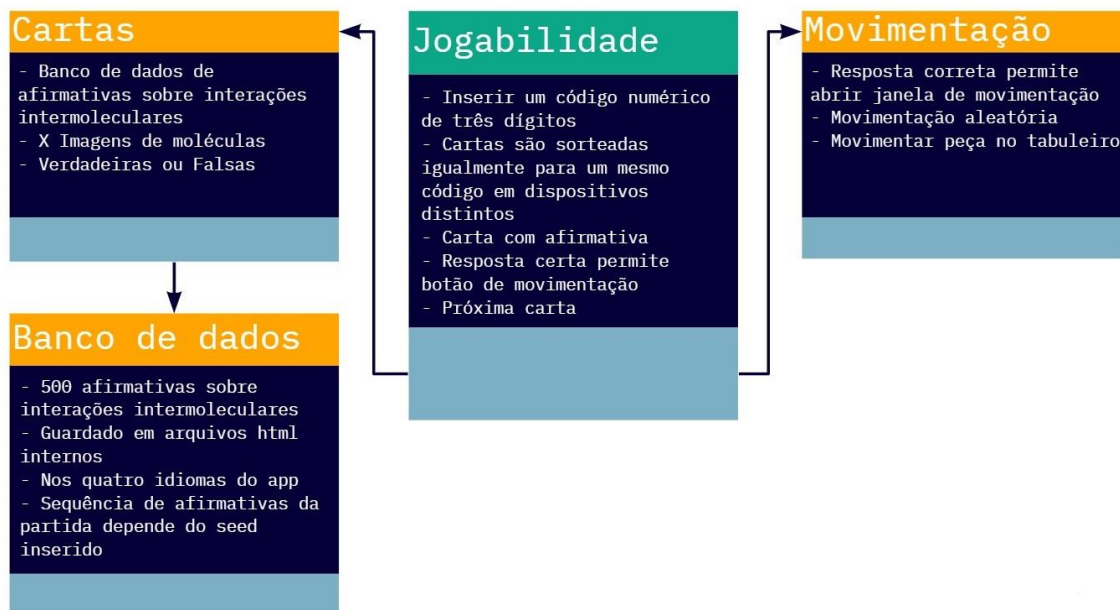


Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.1 Jogabilidade

De acordo com Nacke (2009), a jogabilidade é o processo de avaliação voltado para jogos que tem como objetivo a busca pela melhoria dos seus *designs*. A partir disso, os principais elementos que definem o *design* do jogo são apresentados a seguir por meio de um Diagrama de Jogabilidade (Figura 2).

Figura 2 - Diagrama de Jogabilidade



Fonte: Elaborado pelo autor

O jogo aqui apresentado funciona por meio de partidas, com a participação de dois a cinco jogadores simultaneamente. Em cada uma dessas partidas, afirmações contidas no **banco de dados** da aplicação, que contém 500 afirmações relativas aos conceitos relacionados às Interações Intermoleculares, são sorteadas aleatoriamente em formato de **cartas** (Figura 5). A cada turno, uma dessas cartas é apresentada a todos os participantes que devem classificar a afirmação apresentada como falsa ou verdadeira. Caso a classificação dada por cada jogador esteja correta, a peça do tabuleiro correspondente ao jogador que classificou corretamente a afirmação pode se **mover** de acordo com uma direção aleatória exibida pela aplicação. Com isso, o turno se encerra e o processo se repete. O objetivo do jogo é chegar na zona final do tabuleiro (Figura 3) para vencer a partida.

Figura 3 - Tabuleiro do jogo



Fonte: Elaborado por Ulisses Silva de Sousa

A partir da tela inicial da aplicação (Figura 4a), os jogadores podem iniciar uma partida, compartilhar para outros aplicativos o link de download do jogo através do botão superior direito, acessar as regras, créditos, mudança de idioma e *download* da versão digital do tabuleiro, através dos respectivos botões. O tabuleiro deve ser impresso e disponibilizado para o grupo de jogadores por um professor responsável ou algum dos participantes.

Figura 4 - Telas da aplicação no pré-jogo



Da esquerda para a direita: (a) tela inicial da aplicação, (b) tela de código da partida.

Fonte: Aplicativo desenvolvido pelo autor.

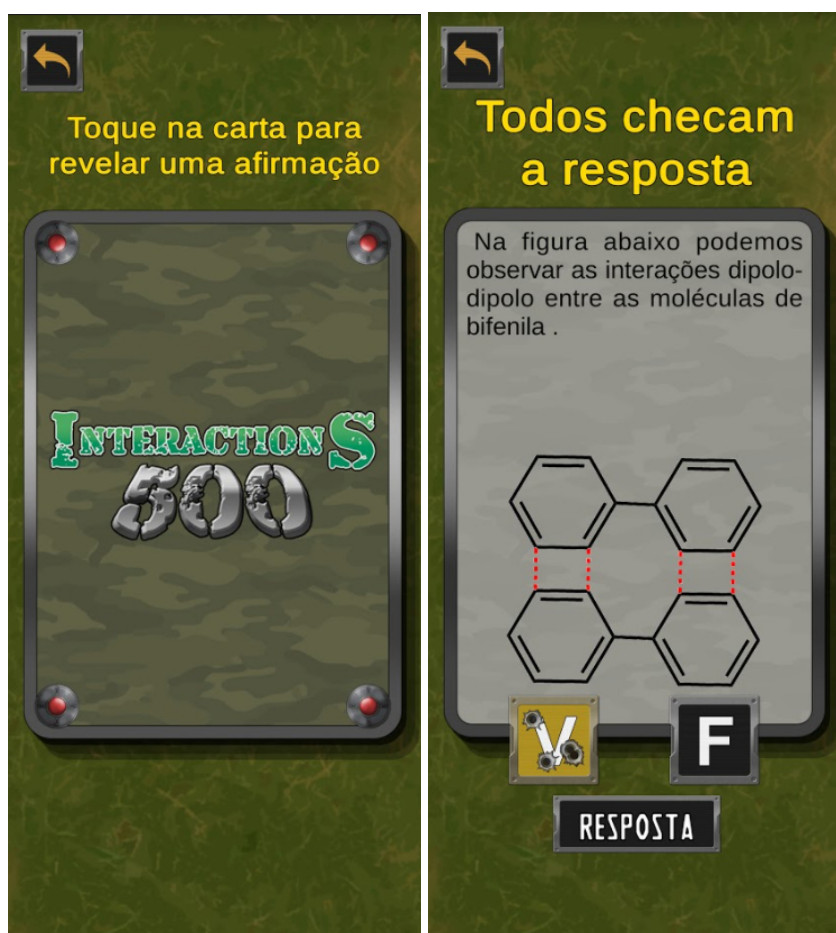
Para iniciar o jogo, cada um dos participantes da partida deve abrir o aplicativo do jogo em seus *smartphones* e clicar no botão “Jogar” da tela inicial. O aplicativo os direciona para a tela de código da partida (Figura 4b), onde todos os jogadores devem inserir um mesmo valor numérico qualquer de 3 dígitos no campo exibido na tela, valor esse que deve ser determinado em comum acordo entre os participantes, chamado de “código da partida”. Cada código digitado garante sempre a mesma ordem específica de cartas sorteadas pelo aplicativo. Portanto, quando todos os usuários inserirem o mesmo código de partida, eles terão a mesma sequência de cartas durante a partida em seus dispositivos, isso garante que a ordem das afirmações exibidas será sempre a mesma entre os *smartphones* usados sem a necessidade de conectividade direta entre os aparelhos. Em seguida, os

jogadores clicam no botão “Começar” (Figura 4b) que efetivamente inicia a nova partida.

Nesse momento cada um dos jogadores deve ter uma peça que o represente em uma das posições iniciais do tabuleiro, definidas em comum acordo pelo grupo.

Na nova tela que surge a seguir (Figura 5a), uma carta é exibida com seu verso à mostra, que deve ser clicada para exibir a afirmação que precisa ser classificada pelos alunos como verdadeira ou falsa, clicando nos respectivos botões “V” ou “F” (Figura 5b).

Figura 5 - Telas da aplicação na partida



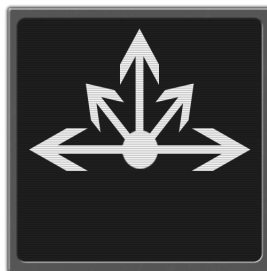
Da esquerda para a direita: (a) tela de partida com o verso da carta, (b) tela de partida com afirmação e escolha de alternativas.

Fonte: Aplicativo desenvolvido pelo autor.

Após cada jogador selecionar a sua resposta, eles devem clicar no botão “resposta” (Figura 5b) para revelar se sua resposta foi correta ou não. Quando o jogador responde incorretamente, ele não pode mover sua peça no tabuleiro durante

esse turno. Entretanto, caso ele tenha respondido corretamente, o aplicativo exibe um botão de direção (Figura 6) que aleatoriamente irá indicar uma direção, entre cinco possíveis, na qual o jogador deve mover a sua peça pelo tabuleiro.

Figura 6 - Botão de direção



Fonte: Elaborado por Ulisses Silva de Sousa

Durante tal movimentação no tabuleiro (Figura 3, página 24), há algumas regras que devem ser respeitadas:

- Existem dois tipos de bombas presentes no tabuleiro, as cinzas, que tem o efeito de fazer o jogador voltar dois espaços verticalmente no sentido da linha de posições iniciais, e as roxas, que fazem o jogador voltar diretamente para a posição inicial. Se uma peça parar sobre uma bomba, o seu respectivo efeito é aplicado sobre essa peça;
- Se uma peça parar sobre o rio, ela volta para a posição inicial;
- Se uma peça vem de um dos lados do tabuleiro, ela pode atravessar para o lado oposto do tabuleiro na mesma linha horizontal;
- Se uma peça parar sobre um espaço ocupado, ela ocupa esse espaço e move a peça que o ocupava anteriormente para uma posição à direita;
- Se uma peça parar sobre a entrada de um túnel, ela se move diretamente para o respectivo espaço da saída do túnel;
- Se uma peça parar sobre uma ponte, ela se move para o outro lado da ponte;

O jogo segue esse padrão e termina quando um jogador alcança qualquer posição da última linha vertical (trincheira, Figura 7) do topo do tabuleiro e é declarado como campeão.

Figura 7 - Exemplo de espaços de trincheira



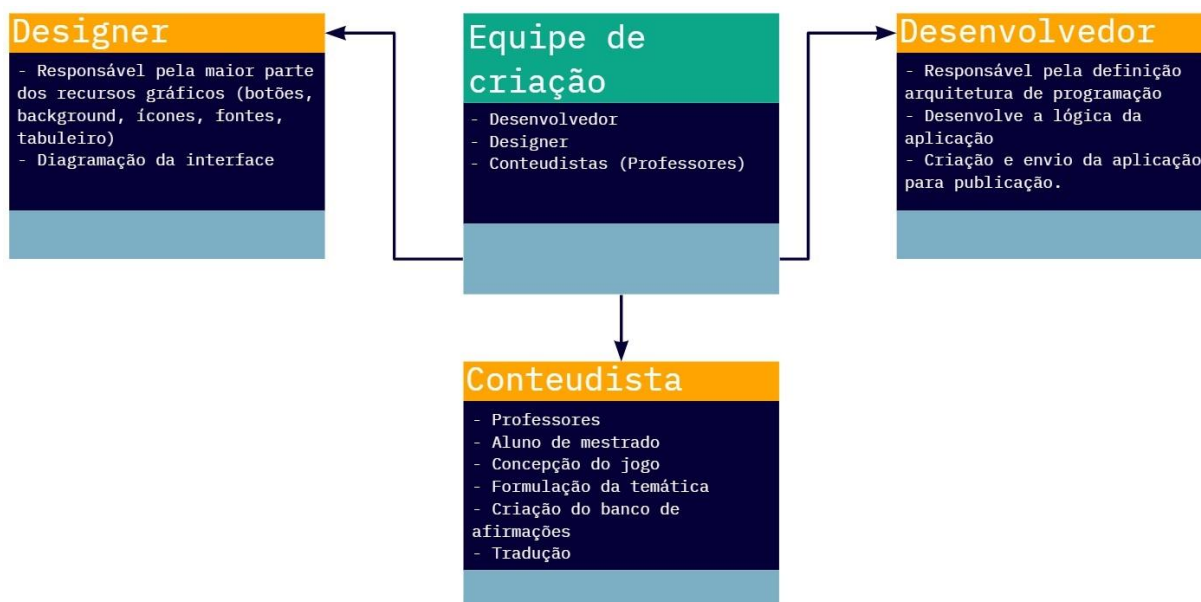
Fonte: Elaborado por Ulisses Silva de Sousa

4.2 Aspectos de Criação

A seguir, são apresentados os principais aspectos referentes à elaboração do conceito do jogo, que são determinados antes da fase de programação do aplicativo, onde são definidos os papéis de cada membro da equipe desenvolvedora, foco da aplicação e ambiente de publicação.

4.2.1 Equipe de Criação

Figura 8 - Diagrama de equipe de criação



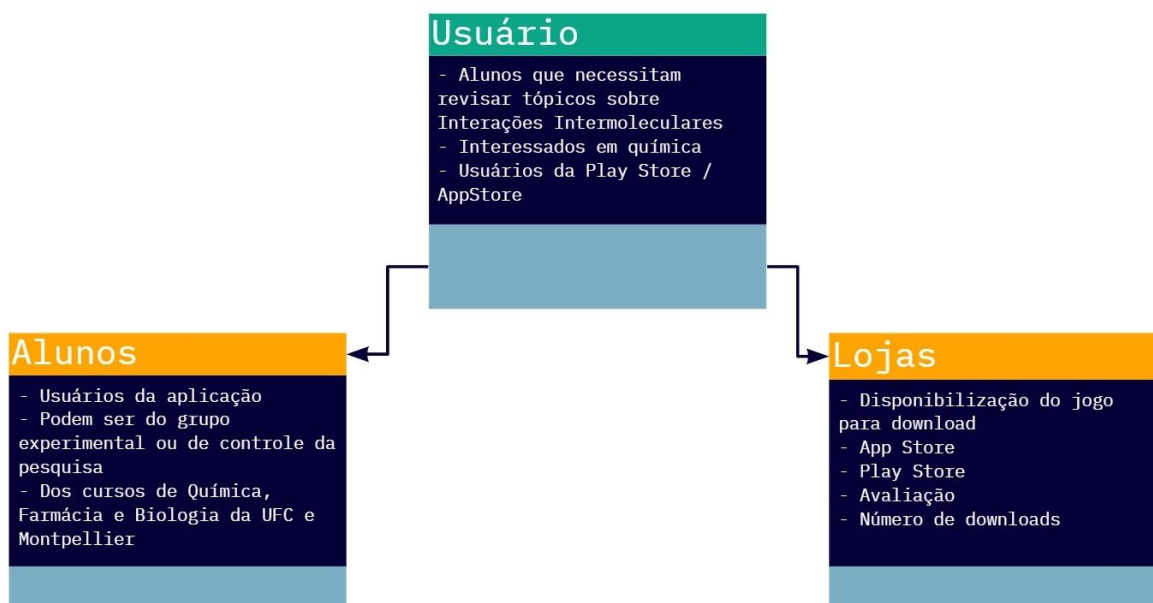
Fonte: Elaborado pelo autor

A equipe responsável pela realização do desenvolvimento do aplicativo foi composta por um desenvolvedor, um *designer*, professores e um aluno de mestrado,

que trabalharam para elaborar a aplicação, desde a sua concepção, elaboração de materiais gráficos, programação, testes e publicação. O **desenvolvedor** é o responsável por toda a arquitetura de programação e escolha das técnicas de desenvolvimento utilizadas durante a fase de implementação, além da criação dos arquivos de instalação do jogo para os dispositivos móveis e *upload* do jogo para publicação. Quanto ao **designer**, ele é responsável pela maior parte dos recursos gráficos presentes no jogo, como botões, modais, planos de fundo, ilustrações e escolha de fontes, por exemplo, tanto no aplicativo quanto no tabuleiro. Além disso, o mesmo também é o responsável pela diagramação de toda a interface da aplicação. Os **professores** orientam e são os responsáveis pela idealização e concepção do jogo, como formulação da temática, estilo de jogo, tradução, testes, assim como o **aluno de mestrado**, que além disso, participou da **criação do conteúdo** das afirmações utilizadas nas cartas.

4.2.2 Usuário

Figura 9 - Diagrama de usuário



Fonte: Elaborado pelo autor

A escolha do idioma é feita para avaliar diferentes cenários de estudo entre alunos de países distintos, além de permitir o uso do jogo entre um público mais amplo. De todo modo, não se deixou de focar no público-alvo do aplicativo: alunos

dos cursos de Química, Farmácia e Biologia. Em todo caso, os **usuários** englobam também outros que sejam interessados em conteúdos de Química e das **lojas** de aplicativos, onde o jogo pode ser disponibilizado.

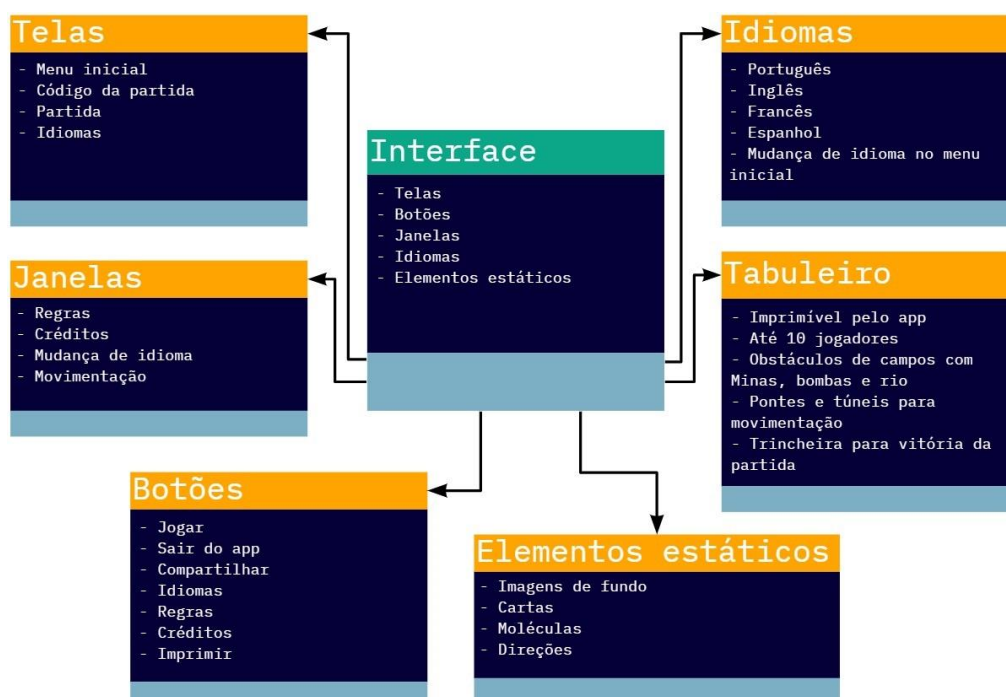
4.3 Aspectos de implementação

Nessa etapa são descritos os principais pontos relativos à etapa de desenvolvimento digital do jogo baseados nos elementos da interface, como botões, telas, janelas e idiomas, além da arquitetura de programação, no que diz respeito à construção do sistema, armazenamento dos dados e criação da aplicação

4.3.1 Interface

Como explica Johnson (2001), no contexto de *softwares*, a palavra interface refere-se aos elementos que dão forma à interação entre humano e máquina, ela age como um tradutor, fazendo o intermédio entre as partes, tornando-as significativas uma à outra. A seguir listamos os elementos do *software* que possuem essas características através do Diagrama de Interface (Figura 10).

Figura 10 - Diagrama de interface



Fonte: Elaborado pelo autor

A aplicação possui uma interface composta de **telas** específicas que exibem os principais elementos do aplicativo. Essas telas são as de menu inicial (Figura 4), tela de inserção de código de partida (Figura 4), tela de partida (Figura 5) e tela de idioma (Figura 11a).

Figura 11 - Telas do menu inicial



Da esquerda para a direita: (a) tela de seleção de idioma, (b) tela de regras da aplicação.

Fonte: Aplicativo desenvolvido pelo autor.

Outros elementos da interface que promovem o fluxo entre as funcionalidades são as **janelas** (Figura 11b), que possuem funções específicas, como a exibição de regras e créditos, mudança de idioma, todas acessadas pelos botões com os respectivos textos indicativos no menu inicial, e movimentação do jogador, ao acertar cada uma das perguntas durante as partidas. Os **botões** (Figura 12) permitem a mudança entre cada mínimo estado da aplicação, como a alternância

entre abrir e fechar janelas, ou executar ações, como começar a partida ou marcar e visualizar respostas.

Figura 12 - Botões presentes na aplicação

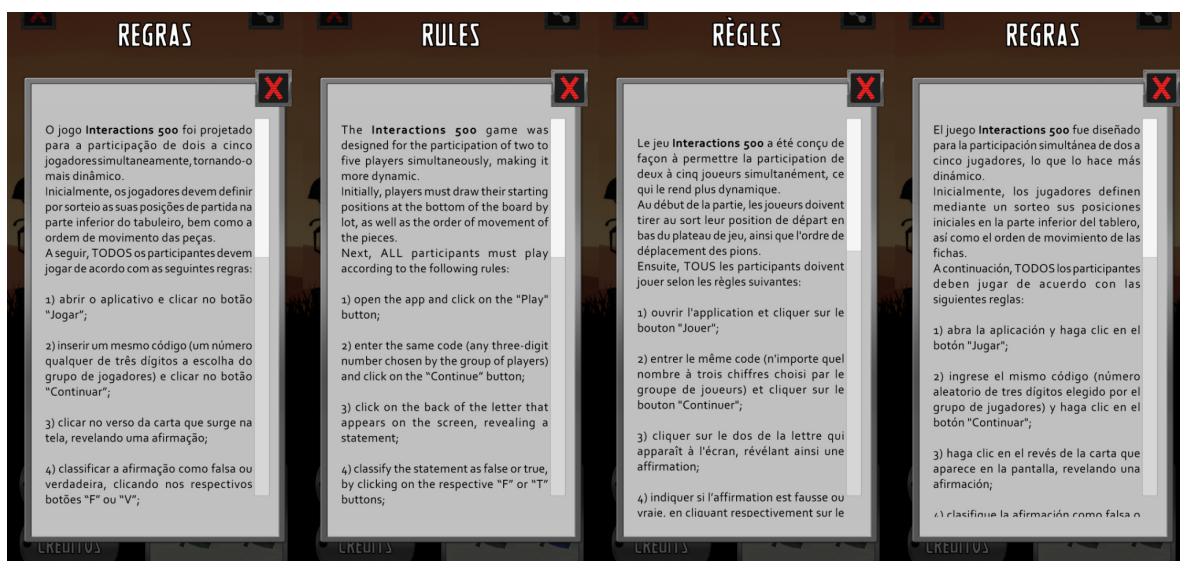


Da esquerda para a direita, de cima para baixo: (a) botão de afirmação falsa, (b) botão de afirmação verdadeira, (c) botão de seleção de idioma (desativado), (d) botão de compartilhamento do aplicativo, (e) botão de fechar aplicativo ou janela, (e) botão de seleção de idioma (ativado), (f) botão de acesso a janela de regras.

Fonte: Elementos gráficos elaborados por Ulisses Silva de Sousa

Outro ponto importante da interface são os **elementos estáticos** que possuem funções indicativas, pois não detêm interações programadas, como planos de fundo, ícones indicativos, imagem das cartas e moléculas que ilustram as afirmações, além do **tabuleiro** (Figura 3, página 24) disponível para download e impressão. Além disso, o jogo possui a interface retratada em múltiplos **idiomas**: português, inglês, francês e espanhol (Figura 13), que podem ser alterados pela opção relacionada aos idiomas na tela de menu inicial.

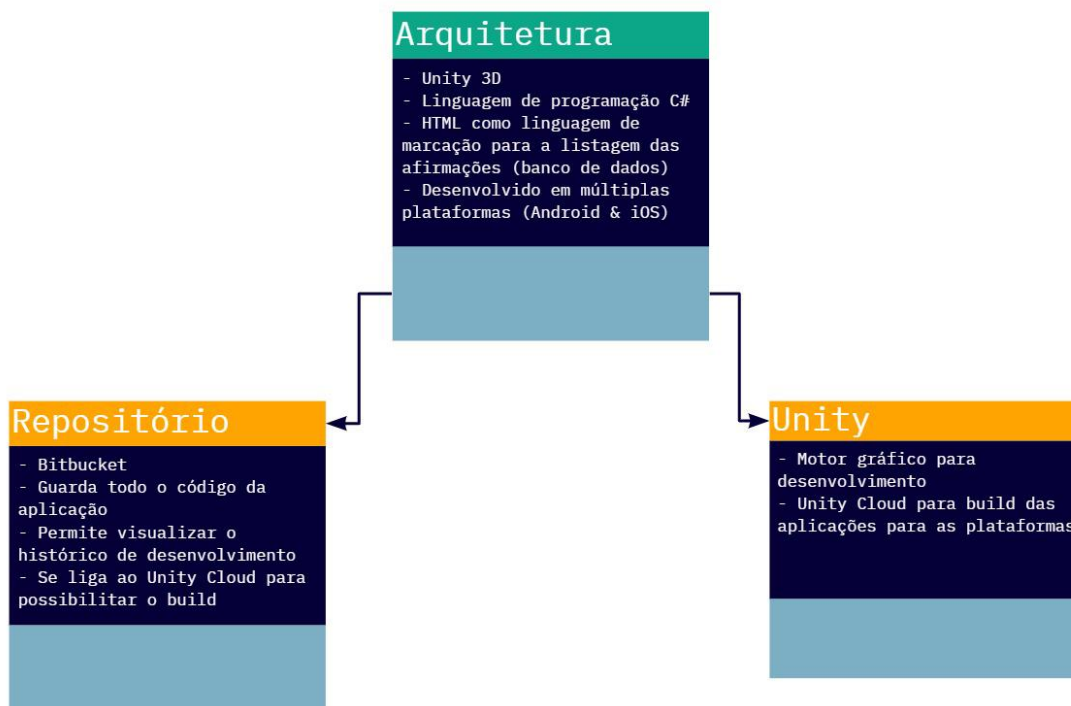
Figura 13 - Janelas exibindo a variação de idiomas



Fonte: Aplicativo desenvolvido pelo autor

4.3.2 Arquitetura

Figura 14 - Diagrama de Arquitetura



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a arquitetura de desenvolvimento da aplicação, deve ser utilizado um motor de jogo (plataforma) que disponibilize um ambiente facilitado, com componentes prontos para inserção e uso, os quais permitam a criação e manipulação de elementos comuns entre jogos, tais como *sprites*, câmeras e *scripts*.

A linguagem de programação escolhida deve ser uma das suportadas pelo motor de jogo, além de ser a que mais disponha de documentação acessível associada à plataforma, o que facilita e reduz o tempo de desenvolvimento.

Algum método de armazenamento e leitura de dados deve ser utilizado para permitir a leitura do banco de dados onde cada uma das quinhentas afirmações estão armazenadas.

Há também a possibilidade de construir a aplicação para múltiplas plataformas presentes no mercado de aplicativos móveis, permitindo uma gama maior de usuários, além assegurar o objetivo de jogar independente da localização física do usuário, devido à portabilidade disponibilizada pelos aparelhos.

A construção pode ser feita localmente ou utilizando algum serviço de nuvem, a depender do motor de jogo escolhido, onde é feita uma conexão ao repositório de arquivos do projeto e é permitida a criação automática da aplicação sempre que modificações são salvas nele, possibilitando o desenvolvimento remoto da aplicação.

Todo o código elaborado durante o desenvolvimento do jogo deve ser salvo em um serviço de hospedagem de projetos, também chamado de **repositório**, que utiliza um sistema de controle de versões distribuído. Nele é permitido visualizar todo o histórico de desenvolvimento para assegurar que qualquer mudança indesejada no código possa ser desfeita.

4.4 Solução Implementada

A solução foi implementada seguindo todos os aspectos de criação e implementação mencionados nos tópicos anteriores, implementação essa que se estendeu de Janeiro de 2020 à Maio do mesmo ano. A seguir são descritas as tecnologias, ferramentas e membros que participaram do desenvolvimento do jogo.

De nome **Interactions 500**, a aplicação teve como **desenvolvedor** o autor do presente trabalho utilizando o motor de jogos *Unity*⁶ e sua principal linguagem de

⁶ <https://unity.com/pt>

programação C#⁷, pois é a principal linguagem suportada pelo motor e a que mais dispõe de documentação acessível associada à plataforma.

A linguagem de marcação HTML⁸ foi escolhida para permitir a leitura do banco de dados de afirmações, além de permitir que a formatação do texto, tal como caracteres em negrito, itálico, subscrito e sobrescrito, seja exibida corretamente na aplicação.

O *Unity* permite também a construção dos arquivos binários, contendo o jogo para execução, para múltiplas plataformas. Nesse caso foram escolhidas especificamente *Android* e *iOs*, por serem as duas plataformas mais utilizadas no mercado de aplicativos móveis e suas respectivas lojas, *Play Store* e *App Store* foram usadas para a publicação do jogo.

A construção foi feita em nuvem pelo *Unity Cloud*⁹, um sistema disponibilizado pela própria *Unity*.

Todo o código elaborado durante o desenvolvimento do jogo foi salvo no *Bitbucket*¹⁰, que também possui suporte de conexão direta com a *Unity Cloud*, garantindo a criação da aplicação a cada atualização do projeto no repositório.

O **designer** responsável pelos elementos gráficos da interface e do tabuleiro disponível para *download* na tela inicial foi o aluno Ulisses Silva de Sousa do Curso de Bacharelado em Sistemas e Mídias Digitais da Universidade Federal do Ceará, que utilizou os *softwares* de edição *Adobe Photoshop*¹¹ e *Adobe Illustrator*¹² para a elaboração de todas as ilustrações presentes na aplicação, além de diagramar todas as telas da aplicação.

Os professores Antonio José Melo Leite Júnior, Francisco Serra Oliveira Alexandre, José Nunes da Silva Júnior e o aluno de mestrado José Mariano de Sousa Oliveira, ligados ao Laboratório de Desenvolvimento de Softwares Educacionais, e o colaborador, professor Jean-Yves Winum, foram os responsáveis idealizadores por toda a **criação do conteúdo** do jogo, testes e validação com alunos de disciplinas de Química da Universidade Federal do Ceará e da Universidade de Montpellier, na França.

⁷ <https://docs.microsoft.com/pt-br/dotnet/csharp/>

⁸ <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/HTML>

⁹ <https://unity3d.com/pt/unity/features/cloud-build>

¹⁰ <https://bitbucket.org/>

¹¹ <https://www.adobe.com/br/products/photoshop.html>

¹² <https://www.adobe.com/br/products/illustrator.html>

5 EXPERIMENTO

Como parte da validação do esforço realizado no desenvolvimento da solução, um experimento sobre o uso do jogo fez-se necessário para avaliar as características da aplicação e determinar pontos positivos e negativos na sua utilização.

Inicialmente, o jogo foi desenvolvido para ser jogado presencialmente por estudantes em sala de aula. Entretanto, desde o início da pandemia do Covid-19 as aulas presenciais foram impedidas por questões de saúde pública, sendo indicado um regime de isolamento social. A seguir estão exibidas as instruções de aplicação ideal do experimento em modo presencial e uma adaptação que foi usada para aplicação em regime remoto. As instruções de aplicação do experimento são baseadas na sua utilização durante o horário de aulas.

Independente de qualquer alternativa de aplicação do experimento que tivesse sido escolhida, o pré-teste de avaliação de aprendizado teria de ser feito nos grupos experimental e de controle para dar início ao experimento. Os testes e seus resultados podem ser verificados no tópico 6 deste trabalho.

5.1 Jogando Presencialmente

Antes do dia da atividade, o instrutor responsável pelo experimento deveria imprimir o tabuleiro e reunir peças que são usadas no jogo pelos jogadores. Na sala de aula, o instrutor daria uma breve introdução sobre as regras do jogo, que também estão disponíveis na aplicação. Logo após, os estudantes formariam grupos de dois a cinco jogadores e elegeriam um líder entre eles, que deveria comandar as dinâmicas presentes na aplicação para manter a organização do jogo entre os participantes.

Para iniciar o jogo, todos os jogadores teriam que abrir o aplicativo **Interactions 500** e posicionar suas respectivas peças na posição inicial do tabuleiro, representada por “Início”. O líder ditaria o ritmo do jogo com base nas regras presentes na própria aplicação, e que foram mencionadas neste trabalho no tópico 4.1.1.

Com o final do número de partidas estipulado pelo responsável pelo experimento, as avaliações restantes teriam de ser feitas para a obtenção dos dados de validação do aplicativo.

Lembrando que, por causa da pandemia, o experimento presencial não foi realizado e foi necessário adaptá-lo para o formato remoto explicado a seguir.

5.2 Jogando Remotamente

No modo aplicado, foi empregado um arquivo de apresentação em *Microsoft Powerpoint*, contendo um único slide exibindo o tabuleiro do jogo, que pode ser acessada por um link disponibilizado aos alunos¹³.

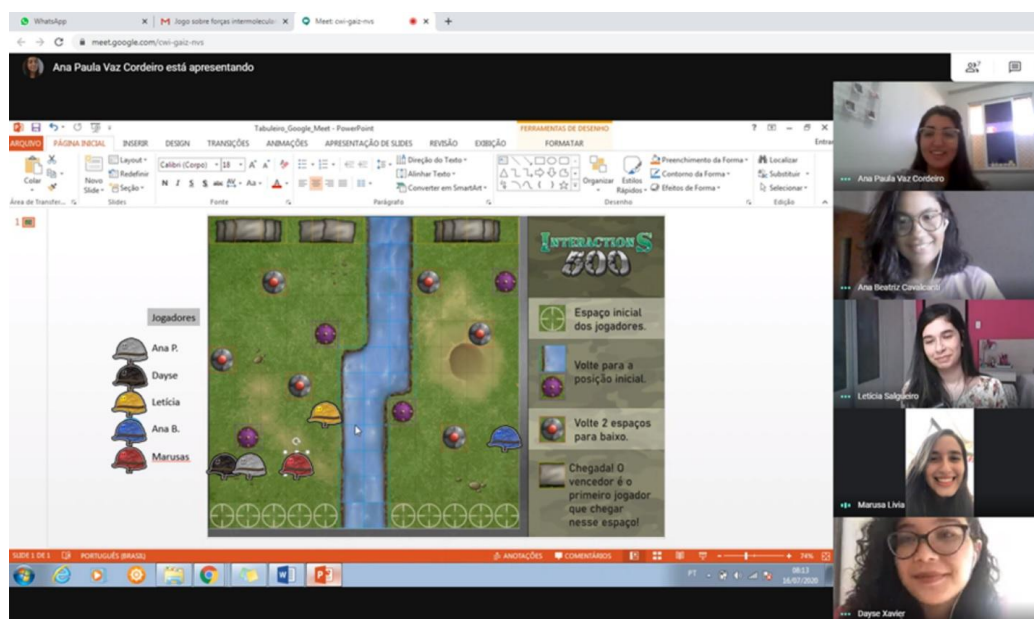
Inicialmente, o instrutor pediu aos alunos que formassem grupos de quatro ou cinco estudantes. Em seguida, os participantes elegeram um deles para ser o líder do grupo, que foi responsável por comandar as dinâmicas do jogo em formato online e também tem o papel de ouvir as explicações de colegas enquanto acertam e erram, participando do processo de aprendizagem. Então, o instrutor enviou a apresentação para os líderes e por meio de uma reunião online via Google Meet¹⁴ apresentou o jogo para eles, explicando as regras e os seus papéis como líderes durante o jogo.

O líder foi responsável por criar uma sala de videoconferência, via Google Meet, onde ele compartilhou a sua tela para os outros jogadores presentes na reunião virtual. Ele também foi responsável por coordenar as ações durante o jogo, solicitou aos seus colegas que abrissem a aplicação, iniciarem a uma nova partida e inserissem um mesmo código da partida. Por fim, os líderes foram responsáveis por mover as peças de todos os jogadores sobre o tabuleiro virtual (elementos gráficos desenhados sobre o slide compartilhado na tela), sempre que necessário.

¹³ http://www.ldse.ufc.br/Board_to_Google_Meet.pptx

¹⁴ Google Meet é uma plataforma desenvolvida pelo Google que funciona como serviço de comunicação de videoconferência para grupos. <https://meet.google.com>

Figura 15 - Alunos jogando remotamente



Fonte: Da Silva Júnior (2020b)

Quarenta e quatro estudantes jogaram o jogo remotamente, divididos em onze grupos. A duração de cada partida variou entre 16 e 90 minutos, com uma média de 42 minutos após 29 partidas.

Ainda parte do teste, avaliações à distância foram feitas para mensurar características de aprendizado, usabilidade, jogabilidade, conteúdo e *design* do aplicativo e estão explicitadas no tópico a seguir.

6 RESULTADOS OBTIDOS

Nos testes realizados, 44 estudantes brasileiros do curso de Farmácia da Universidade Federal do Ceará participaram das partidas do jogo. Avaliações foram feitas para determinar o desempenho da aplicação em diferentes frentes após o seu uso. Foram avaliadas as opiniões dos usuários quanto à sua experiência em jogar o aplicativo, por meio de um questionário quantitativo, comentários qualitativos e outro questionário de usabilidade. Ademais, outra avaliação foi realizada para medir se houve ganhos no aprendizado em paralelo à uma metodologia de ensino tradicional, através de testes pré e pós utilização do jogo híbrido.

6.1 Avaliação Quantitativa

Após as partidas, os jogadores avaliaram diferentes pontos do jogo, respondendo a uma pesquisa eletrônica contendo quinze diferentes afirmações, representadas em escala Likert, onde é exibido um grau de concordância ou discordância sobre algo, onde o avaliado escolhe um ponto numa escala com cinco gradações, variando entre concordo totalmente e discordo totalmente (AGUIAR, 2011 pg. 1). As áreas de interesse específicas avaliadas são: *design* (afirmações 01 a 03), conteúdo (afirmações 04 e 05), jogabilidade (afirmações 06 a 09) e utilidade (afirmações 10 a 15) (gráfico 1).

Como pode ser observado no Gráfico 1, com base no alto nível de concordância entre os estudantes a partir das afirmações fornecidas, é possível afirmar, com razoável precisão, que eles avaliaram o jogo de maneira altamente positiva nos termos de design, conteúdo, jogabilidade e utilidade como uma ferramenta educacional.

forma muito positiva no processo de aprendizagem. No geral, só devo dizer que esta atividade foi muito lucrativa e divertida!”

“O jogo Interactions 500 é interessante e muito útil para aprender, revisar e responder perguntas sobre o conteúdo das interações intermoleculares com amigos de forma descontraída e acessível, especialmente durante o isolamento social. Composto por questões V ou F, regras diretas e um excelente banco de questões bem elaboradas, o debate em grupo após as rodadas enriquece e acrescenta muito do conhecimento e da amizade dos membros. Além disso, a estratégia de adotar o Google Meet, ou aplicativos semelhantes, é ótima para facilitar a comunicação, a interação e o debate entre os membros da equipe remotamente.”

“O estudo das forças intermoleculares com colegas, utilizando o aplicativo “Interactions 500” e com o auxílio da tecnologia, possibilitou um estudo mais divertido e produtivo, pois o jogo nos permite não só testar nossos conhecimentos, mas também discutir questões teóricas de forma lúdica e dinâmica, o que torna o tempo direcionado para o aprendizado e não para uma competição, em que o objetivo é apenas vencer o jogo. Por isso, achei fascinante a atividade proposta pelo professor, pois traz um novo e promissor olhar para a educação.”

Embora quase todos os comentários tenham sido positivos, alguns alunos deixaram também sugestões para melhorar o jogo. Alguns desses comentários estão abaixo.

“Apesar das vantagens, algumas pequenas melhorias seriam importantes. Por exemplo, incluir atalhos ou reduzir a extensão do rio para evitar a desmotivação dos alunos jogadores, devido aos muitos obstáculos presentes no campo que dificultam a resolução da partida. Enfim, a atividade foi excelente”.

“Se possível, algumas pequenas mudanças podem ser muito bem-vindas, como mudanças no campo de jogo, onde a redução e ou realocação de obstáculos pode tornar o jogo mais dinâmico”.

6.3 Avaliação de Usabilidade

Usabilidade é um atributo de qualidade que avalia a facilidade de uso das interfaces de usuário. A palavra "usabilidade" também se refere a métodos para melhorar a facilidade de uso durante o processo de *design*. (NIELSEN, 2012).

Considerando que os jogadores são um tipo particular de usuário, resolveu-se adotar o SUS (System Usability Scale) para avaliar a usabilidade do jogo. Esta escala permite avaliar produtos e serviços, incluindo hardware, software, dispositivos móveis, sites e aplicativos (BROOKE, 1996).

Quando o SUS é usado, os participantes são solicitados a pontuar 10 itens (apêndice B) com uma das cinco respostas que variam de Concordo totalmente (valor 5) a discordo totalmente (valor 1). As perguntas com números ímpares indicam uma resposta positiva, enquanto as perguntas com números pares indicam uma resposta negativa. Números mais altos indicam graus crescentes de concordância dos participantes.

As pontuações do participante para cada questão são convertidas em um número (de 1 a 5), somadas e então multiplicadas por 2,5 para converter as pontuações originais de 0-40 para 0-100. Com base na pesquisa feita por Sauro (2011) baseada em mais de 500 estudos, uma pontuação do SUS acima de 68 deve ser considerada acima da média, Já qualquer valor abaixo de 68 é inferior a uma média aceitável.

A pontuação SUS do jogo Interactions 500 foi de 92,55 e seu desvio padrão foi de 9,37 (tabela 1).

Tabela 1 - Pontuação SUS

Participante	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	Pontuação SUS
p1	4	1	4	2	4	1	5	1	4	5	77,5
p2	5	1	5	1	5	1	5	1	4	1	97,5
p3	5	1	5	1	5	1	5	1	4	1	97,5
p4	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
p5	5	1	5	1	5	1	5	1	4	1	97,5
p6	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1	97,5
p7	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1	95,0
p8	3	2	4	1	3	2	4	1	4	2	75,0
p9	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
p10	4	1	5	1	4	3	5	1	5	1	90,0
p11	5	1	4	1	4	1	5	1	5	1	95,0
p12	4	1	5	1	5	1	5	1	4	1	95,0
p13	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
p14	3	1	5	3	4	2	5	1	5	1	85,0
p15	4	1	5	1	4	1	5	1	3	1	90,0
p16	4	3	3	2	2	3	4	3	4	2	60,0
p17	5	1	5	1	4	1	5	1	5	1	97,5
p18	5	2	5	1	4	2	5	1	4	1	90,0
p19	4	1	5	3	4	1	5	1	4	1	87,5
p20	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
p21	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
p22	3	1	5	1	4	1	5	1	5	1	92,5
p23	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
p24	5	2	4	1	5	2	5	1	5	1	92,5
p25	3	2	5	1	3	1	4	4	4	3	70,0
p26	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	97,5
p27	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
p28	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
p29	3	1	5	1	2	2	5	1	4	1	82,5
p30	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
p31	5	1	4	1	5	1	5	1	3	1	92,5
p32	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
p33	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
p34	3	1	5	1	5	1	5	1	5	1	95,0
p35	4	1	5	3	3	1	1	1	4	2	72,5
p36	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
p37	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	97,5
p38	4	1	5	1	5	2	5	1	5	1	95,0
p39	4	2	5	1	2	3	5	1	4	1	80,0
p40	4	1	5	2	5	1	5	1	5	1	95,0
p41	5	1	5	1	5	2	5	1	5	1	97,5
p42	5	1	5	1	3	1	5	1	5	1	95,0
p43	5	1	5	1	3	1	5	1	5	1	95,0
p44	5	1	4	1	5	1	5	1	4	1	95,0
MÉDIA	4,432	1,159	4,818	1,205	4,341	1,295	4,818	1,114	4,591	1,205	92,557
DESVIO PADRÃO	0,728	0,428	0,446	0,553	0,939	0,594	0,657	0,538	0,583	0,701	9,377

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da avaliação (DA SILVA JÚNIOR, 2020c)

Ainda de acordo com Sauro, nota-se, então, que pontuações acima de 80,3 têm nota máxima A, estando nas 10% melhores avaliações de usabilidade, o que indica que nesse ponto é muito provável que seus usuários indiquem o produto para um amigo.

6.2 Avaliação do Aprendizado

Para mensurar eficientemente os ganhos no aprendizado ao usar o jogo, dois grupos de alunos foram criados, um de experimento (GE) que efetivamente participou com os testes do jogo e outro de controle (GC), que utilizou da metodologia tradicional de ensino, por videoaula. Foram realizados dois testes em cada um dos grupos para avaliar o aprendizado, um antes do uso do jogo (GE) e da videoaula (GC), e outro após.

Foi realizado um **teste t de Student** (BARROS, 2005) para comparar se havia diferenças de pontuação média dos alunos entre o pré e pós-teste entre os grupos de experimento (GE) e de controle (GC) para amostras independentes.

Os grupos GE e GC apresentaram médias semelhantes no pré-teste ($p = 0,9805$) e no pós-teste ($p = 0,9011$). Ambos os grupos melhoraram suas pontuações em cerca de 2,8 pontos. Os grupos GE e GC foram semelhantes quanto ao aumento das notas ($p = 0,9340$).

Tabela 2 - Teste t de Student

Teste	Grupo	N	Média	Desvio Padrão	t	Valor p
Pré-teste	GE	40	5,87	1.394	0,02	0,9805
	GC	36	5,86	1.662		
Pós-teste	GE	40	8,70	1.138	0,12	0,9011
	GC	36	8,66	1.384		
Diferença	GE	40	2,83	1.393	0,08	0,9340
	GC	36	2,80	1.491		

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da avaliação (DA SILVA JÚNIOR, 2020c)

Assim, entende-se que o jogo promoveu um aprendizado do aluno semelhante ao visto em aulas convencionais de resolução de problemas, amplamente utilizadas nas universidades brasileiras. No entanto, o jogo incentivou a integração dos alunos em um ambiente agradável de aprendizagem. Dos 44 alunos que participaram das partidas do jogo, 40 alunos foram avaliados (GE), e todos relataram que preferiam jogar ao invés de participar de uma aula regular de resolução de problemas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho, além da definição de uma solução para atender as necessidades de novas práticas para auxiliar o processo de revisão de conteúdos, foi validar uma alternativa lúdica que impacta positivamente a aprendizagem e o ensino. Percebe-se que a iniciativa gerou benefícios consideráveis, incluindo o suporte ainda mais necessário num período de grandes limitações como o criado a partir da pandemia do Coronavírus.

De um modo geral, nota-se que os resultados obtidos sugerem que o *Interactions 500* pode ser utilizado como uma ferramenta educacional para auxiliar os alunos na revisão de tópicos relacionados às interações intermoleculares. O experimento realizado demonstrou ser uma experiência positiva para a aprendizagem do aluno, praticamente se igualando ao formato tradicional no que diz respeito à absorção de conhecimento, mas que demonstra ser uma atividade mais atrativa ao estudante.

Sendo assim, atualizações futuras da aplicação podem ser realizadas, adicionando novas funções que ampliem a jogabilidade, incluindo questões que permitam aprofundar mais o conteúdo, incluir novos tópicos de Química ou até mesmo de outras áreas do conhecimento. Além disso, ainda é possível empregar modos de jogo, de forma que algumas cartas disponibilizem efeitos especiais se classificadas corretamente, como remover minas ou escolher a movimentação a ser realizada, por exemplo, ou até mesmo escolha de níveis de dificuldade. Tais mudanças podem tornar o jogo mais dinâmico e desafiador.

Desta forma, espera-se estar contribuindo para uma maior compreensão da maneira na qual jogos e aplicativos podem ser desenvolvidos, e utilizados, além de estimular professores e alunos a criarem suas próprias aplicações a partir de uma base já estruturada, impactando positivamente o processo de ensino-aprendizagem.

8 REFERÊNCIAS

AGUIAR, B.; CORREIA, W.; CAMPOS, F. **Uso da escala likert na análise de jogos**. Salvador: SBC-Proceedings of SBGames Anais, v. 7, p. 2, 2011.

BARROS, E.A.C.; MAZUCHELI, J. **Um estudo sobre o tamanho e poder dos testes t-Student e Wilcoxon**. Acta Scientiarum. Technology, v. 27, n. 1, p. 23-32, 2005.

BATTAIOLA, A.L. **Jogos por computador–histórico, relevância tecnológica e mercadológica, tendências e técnicas de implementação**. Anais da XIX Jornada de Atualização em Informática, SBC, v. 2, p. 83-122, 2000.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. 1a ed. Brasília - DF: Ministério da Educação e Cultura, 2006.

BROOKE, J. **Sus: a “quick and dirty’usability**. Usability evaluation in industry, v. 189, 1996.

DA CUNHA, M.B. **Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula**. Química Nova na Escola, São Paulo,[s. L.], v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DA SILVA JÚNIOR, J.N. **A Hybrid Board Game to Engage Students in Reviewing Organic Acids and Bases Concepts**. Journal of Chemical Education, v. 97, n. 10, p. 3720-3726, 2020.

DA SILVA JÚNIOR, J.N. **Reactions: an innovative and fun hybrid game to engage the students reviewing organic reactions in the classroom**. Journal of Chemical Education, v. 97, n. 3, p. 749-753, 2020.

DA SILVA JÚNIOR, J.N. **Interactions 500: Design, Implementation, and Evaluation of a Hybrid Board Game for Aiding Students in the Review of Intermolecular Forces**

During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Chemical Education*, v. 97, n. 11, p. 4049-4054, 2020.

DE SOUZA E SILVA, A. **Pokémon Go as an HRG**: Mobility, sociability, and surveillance in hybrid spaces. *Mobile Media & Communication*, v. 5, n. 1, p. 20-23, 2017.

DUARTE, L. C. S.; FEDERAL, S. **Jogos de tabuleiro no design de jogos digitais**. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 2012.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. **Física no computador**: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, p. 259-272, 2003.

FIQUEIREDO, M.; PAZ, T.; JUNQUEIRA, E. **Gamificação e educação**: um estado da arte das pesquisas realizadas no Brasil. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, p. 1154, 2015.

GUERREIRO, M. A. DA 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.

HITZSCHKY, R. A. **Utilização de Recursos Educacionais Digitais (RED) em Aulas de Língua Portuguesa nos Anos Finais do Ensino Fundamental: Contribuições e Desafios**. In: Anais do IV Congresso sobre Tecnologias na Educação, p. 30-39, 2019.

JOHNSON, S. **Cultura da interface**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, p. 77-84, 2001.

LIMA, J. O. G. DE. **Do período colonial aos nossos dias**: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. *Revista espaço acadêmico*, v. 12, n. 140, p. 71-79, 2013.

LÓPEZ-NEIRA, L. R. **Indagación en la relación aprendizaje-tecnologías digitales**. Educación y Educadores, v. 20, n. 1, p. 91–105, 2017.

MARZABAL, A.; DELGADO, V.; MOREIRA, P.; BARRIENTOS, L.; MORENO, J. **Pedagogical Content Knowledge of Chemical Kinetics: Experiment Selection Criteria to Address Students' Intuitive Conceptions**. Journal of Chemical Education, v. 95, n. 8, p. 1245–1249, 2018.

MEDEIROS, N. A. A. DE; XAVIER, C. R. S.; MELO, E. M. DE; ANDRADE, M. A. A. DE; MAIA, D. L. **Recursos Educativos Digitais: Uma Revisão de Literatura em Anais de Congressos em Informática na Educação**. In: III Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E), 2018.

NACKE, L. **Playability and player experience research**. In: Proceedings of digra 2009: Breaking new ground: Innovation in games, play, practice and theory. DiGRA, 2009.

NIELSEN, J. **Usability 101: Introduction to Usability**. 2012. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>>. Acesso em: abr. de 2021

OSMAN, K.; SUKOR, N. S. **Conceptual Understanding in Secondary School Chemistry: A Discussion of the Difficulties Experienced by Students**. American Journal of Applied Sciences, v. 10, n. 5, p. 433–441, 2013.

PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física**. Encontro Nacional de pesquisa em educação em Ciências, Florianópolis, v. 8, 2009.

PEW RESEARCH CENTER. **Smartphone Ownership Is Growing Rapidly Around the World, but Not Always Equally**. 2019. Disponível em: <<https://www.pewresearch.org/global/2019/02/05/smartphone-ownership-is-growing-rapidly-around-the-world-but-not-always-equally/>>. Acesso em: abr. de 2021.

ROCHA, C. S. **Jogos híbridos**: um problema novo em design visual, 2019.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. **Dificuldades de Aprendizagem no Ensino de Química**: Algumas Reflexões. Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química, p. 1–10, 2016.

RODRIGUES, S. B. D. V.; SILVA, D. C. DA; QUADROS, A. L. DE. **O Ensino Superior de Química**: Reflexões a Partir de Conceitos Básicos para a Química Orgânica. Química Nova, v. 34, n. 10, p. 1840–1845, 2011.

SAURO, J. **Measuring Usability With The System Usability Scale (SUS)**. 2011. Disponível em: <<https://measuringu.com/sus/>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

SCHAEFFER, E. H. **O jogo matemático como experiência de diálogo**: análise fenomenológica da percepção de professores de matemática. 2006.

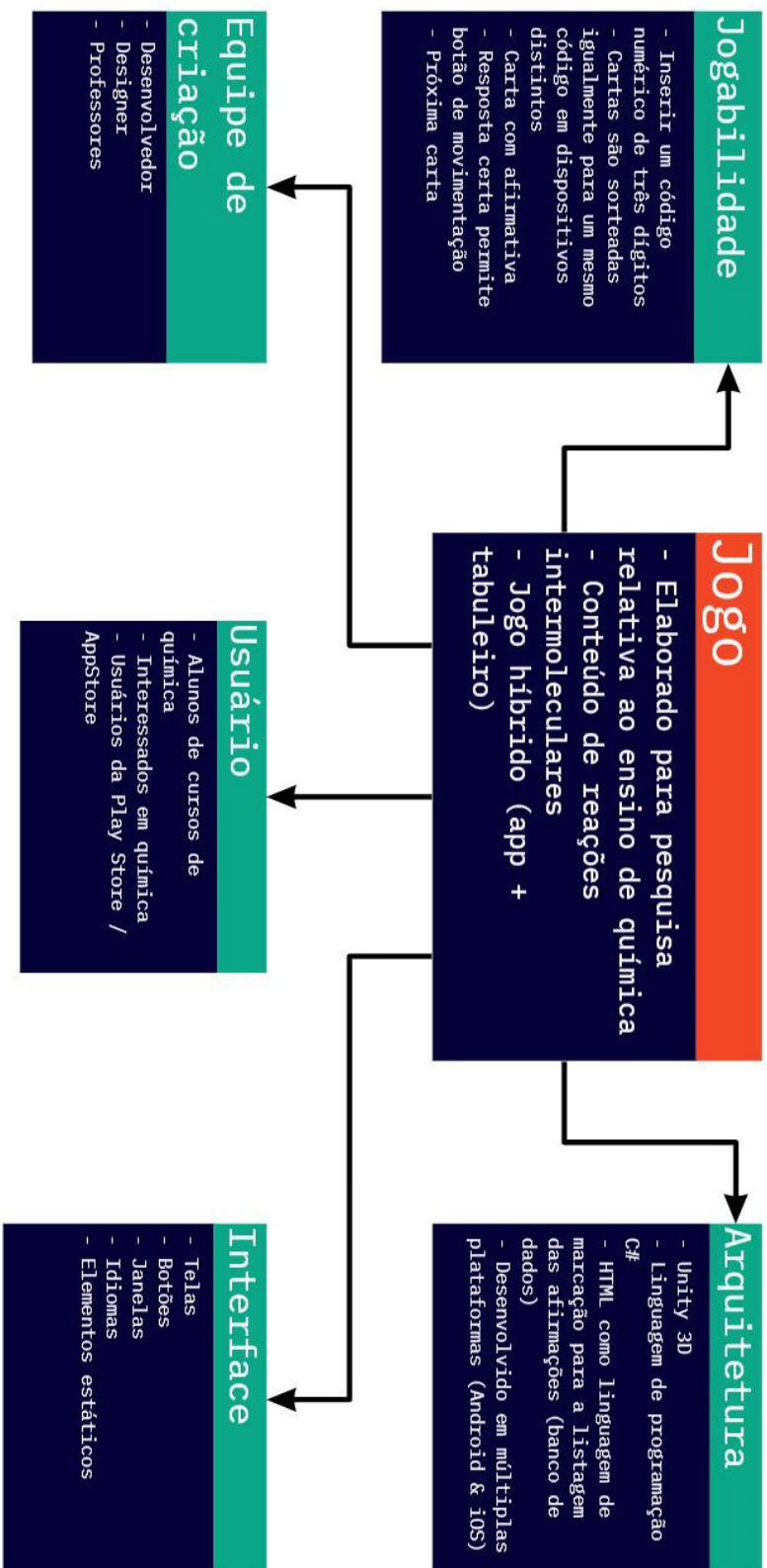
SCHUYTEMA, P. **Design de games**: uma abordagem prática. Cengage Learning, 2008.

SOUSA, A. **O universo lúdico da programação de computadores com logo no ensino fundamental**, 2015.

TAROUCO, L. M. R. **Jogos educacionais**. RENOTE: revista novas tecnologias na educação [recurso eletrônico], 2004.

VEIGA, A. B. DA. **Produção de recursos educacionais digitais para o ensino técnico em audiovisual**, 2019.

APÊNDICE A - IMAGENS EM MAIOR RESOLUÇÃO



INTERACTION'S BOO

Posição inicial dos jogadores.

Mova-se até atravessar a ponte.

Mova-se até a saída do túnel seguindo o caminho pontilhado.

Volte para a posição inicial.

Volte 2 espaços para baixo.

Chegada! O vencedor é o primeiro jogador que chegar em um espaço de trincheira!

REGRAS

O jogo **Interactions 500** foi projetado para a participação de dois a cinco jogadores simultaneamente, tornando-o mais dinâmico.

Inicialmente, os jogadores devem definir por sorteio as suas posições de partida na parte inferior do tabuleiro, bem como a ordem de movimento das peças.

A seguir, **TODOS** os participantes devem jogar de acordo com as seguintes regras:

- 1) abrir o aplicativo e clicar no botão "Jogar";
- 2) inserir um mesmo código (um número qualquer de três dígitos a escolha do grupo de jogadores) e clicar no botão "Continuar";
- 3) clicar no verso da carta que surge na tela, revelando uma afirmação;
- 4) classificar a afirmação como falsa ou verdadeira, clicando nos respectivos botões "F" ou "V";

RULES

The **Interactions 500** game was designed for the participation of two to five players simultaneously, making it more dynamic.

Initially, players must draw their starting positions at the bottom of the board by lot, as well as the order of movement of the pieces.

Next, **ALL** participants must play according to the following rules:

- 1) open the app and click on the "Play" button;
- 2) enter the same code (any three-digit number chosen by the group of players) and click on the "Continue" button;
- 3) click on the back of the letter that appears on the screen, revealing a statement;
- 4) classify the statement as false or true, by clicking on the respective "F" or "T" buttons;

RÈGLES

Le jeu **Interactions 500** a été conçu de façon à permettre la participation de deux à cinq joueurs simultanément, ce qui le rend plus dynamique.

Au début de la partie, les joueurs doivent tirer au sort leur position de départ en bas du plateau de jeu, ainsi que l'ordre de déplacement des pions.

Ensuite, **TOUTS** les participants doivent jouer selon les règles suivantes:

- 1) ouvrir l'application et cliquer sur le bouton "Jouer";
- 2) entrer le même code (n'importe quel nombre à trois chiffres choisi par le groupe de joueurs) et cliquer sur le bouton "Continuer";
- 3) cliquer sur le dos de la lettre qui apparaît à l'écran, révélant ainsi une affirmation;
- 4) indiquer si l'affirmation est fausse ou vraie, en cliquant respectivement sur le

REGRAS

El juego **Interactions 500** fue diseñado para la participación simultánea de dos a cinco jugadores, lo que lo hace más dinámico.

Inicialmente, los jugadores definen mediante un sorteo sus posiciones iniciales en la parte inferior del tablero, así como el orden de movimiento de las fichas.

A continuación, **TODOS** los participantes deben jugar de acuerdo con las siguientes reglas:

- 1) abra la aplicación y haga clic en el botón "Jugar";
- 2) ingrese el mismo código (número aleatorio de tres dígitos elegido por el grupo de jugadores) y haga clic en el botón "Continuar";
- 3) haga clic en el revés de la carta que aparece en la pantalla, revelando una afirmación;
- 4) clasifique la afirmación como falsa o

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SUS

	Discordo Fortemente				Concordo Fortemente
1. Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência.	1	2	3	4	5
2. Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.	1	2	3	4	5
3. Eu achei o sistema fácil de usar.	1	2	3	4	5
4. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.	1	2	3	4	5
5. Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.	1	2	3	4	5
6. Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.	1	2	3	4	5
7. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.	1	2	3	4	5
8. Eu achei o sistema atrapalhado de usar.	1	2	3	4	5
9. Eu me senti confiante ao usar o sistema.	1	2	3	4	5
10. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.	1	2	3	4	5