INSTRUÇÕES PARA O ARTIGO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – BCC

João Vitor Persuhn, Dalton Solano dos Reis – Orientador

Curso de Bacharel em Ciência da Computação

Departamento de Sistemas e Computação

Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Blumenau, SC – Brasil

jvpersuhn@furb.br, dalton@furb.br

**Resumo:** Através da Ciência da Computação, Realidade Aumentada, Vuforia e o Xadrez, este projeto visa a inclusão do jogo de tabuleiro na vida de variados grupos de pessoas com o foco na interação. A criação deste jogo multijogador através da plataforma Unity em modo multijogador, sendo com hospedagem local ou através da internet, procura a interação tanto de pessoas novas na atividade, contando com o ensino através de uma interface que revela as posições que podem ser jogadas, quanto de pessoas que já praticam o mesmo, com seu diferencial de identidade visual e relacionamento com o mundo real e virtual. Ao final foram coletadas informações dos usuários sobre vários aspectos do projeto final. Foi concluído que a RA aumentou tanto o interesse quanto trouxe facilidade no aprendizado do jogo.

**Palavras-chave**: Xadrez. Realidade Aumentada. Vuforia. Unity.

# Introdução

O xadrez é um dos jogos de tabuleiro mais jogados em todo o mundo, segundo a Fédération Internationale Des Échecs (FIDE), em 2019 existiam 352.234 jogadores registados (FIDE, 2019). Em 2019 com 5.340 jogadores, o Brasil foi o 14° colocado no ranking em número de jogadores registrados, 486 a mais em comparação ao ano de 2018 (FIDE, 2019).  Com isso se pode observar o crescimento do interesse dos brasileiros pelo jogo. Existem vários benefícios ao ensinar xadrez para crianças, podendo aumentar a concentração, auxiliar na melhora da tomada de decisões, e a visão estratégica. Essas habilidades podem ajudar no desenvolvimento da criança tanto no ambiente escolar, quanto para o resto da vida (NANU *et al.*, 2023). O xadrez também é uma ótima ferramenta para melhorar a socialização entre as crianças, o que possibilita uma comunicação melhor na fase adulta (SILVA, 2023).

Com o aumento da utilização dos jogos virtuais (principalmente no uso das plataformas digitais “chess.com” e “lichess.org”) a quantidade de jogadores de tabuleiro (inclusive o xadrez) vem diminuindo. A Realidade Aumentada (RA) pode ser uma alternativa para atrair mais jogadores para o ambiente físico, podendo trazer novos níveis de interação entre o jogador e o jogo (RIZOV, 2019). Principalmente quando se associa a RA com a Interface de Usuário Tangível (IUT), pois permite somar interações virtuais em objetos físicos reais. A IUT visa transformar elementos digitais em físicos, permitindo assim que o usuário manipule informações digitais (URRUTIA, 2019).

No geral os jogos podem ser classificados em dois tipos, dependendo do número de jogadores ao mesmo tempo: jogador único e multijogador. Os jogos multijogador pode ser divididos em duas subcategorias: os jogados em um único dispositivo e os jogados em rede, que no caso seriam em vários dispositivos (DERAKHSHANDI *et al.*, 2021). O xadrez pode ser considerado um jogo multijogador, pois conta com dois jogadores jogando ao mesmo tempo.

Diante disso, esse trabalho tem como objetivo principal desenvolver o jogo de xadrez multijogador (jogados em rede) utilizando RA e IUT, com o intuito de aumentar o interesse por este tipo de jogo de tabuleiro ao se associar elementos virtuais às peças físicas reais. Ao final do projeto foram feitas perguntas aos usuários e os resultados foram salvos em um formulário do Google.

# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção é apresentado os conceitos para o entendimento do projeto realizado. Na subseção 2.1, tem-se uma introdução aos conceitos de Realidade Aumentada (RA). Na subseção 2.2, é apresentada a ferramenta Unity. E por fim, na subseção 2.3 se descreve as principais características do *framework* Vuforia.

## REALIDADE AUMENTADA

O termo Realidade Aumentada teve sua criação considerada no ano de 1990, por Tom Caudell e David Mizell, porém o conceito de Realidade Aumentada é muito mais antigo, tendo sido usado inclusive na segunda guerra mundial. A Realidade Aumentada pode ser considerada um conjunto de tecnologias que visa integrar o mundo real com o mundo digital, assim fazendo com que o usuário perceba tanto o mundo real, quanto o mundo virtual. Atualmente a Realidade Aumentada é utilizada em várias áreas, como: entretenimento, moda, e marketing, sendo assim um grande aliado para aproximar clientes e marcas. Podemos apontar um dos motivos pelo qual a utilização da Realidade Aumentada vem crescendo, a questão da popularização de smartphones com tecnologias como giroscópio e localização em tempo real, fazendo com que a interação entre o mundo real e o virtual possam se aproximar mais ainda (BERRYMAN, 2012).

Com o passar do tempo foi se percebendo como a Realidade Aumentada influenciou positivamente vários campos como medicina, turismo e indústria. Na educação também existem avanços positivos, sendo implantado em vários níveis da educação, desde as creches até as universidades. De acordo com os registros a primeira aplicação utilizando Realidade Aumentada foi utilizada para o ensino de anatomia tridimensional, onde a ferramenta sobrepôs ossos e estruturas utilizando um display. Nos primeiros anos da Realidade Aumentada na educação, a maior parte das aplicações eram desenvolvidas para universidades, já que tinham um custo elevado para ser desenvolvido e utilizado. Porém com o avanço dos dispositivos móveis e com o desenvolvimento de ferramentas como motores de jogos e kits de desenvolvimento de software para Realidade Aumentada foi possível tornar isso acessível, pois tinham um desenvolvimento mais fácil e era possível utilizar apenas com dispositivos móveis que também se tornaram mais acessíveis (GARZÓN, 2021).

## UNITY

Com a evolução dos jogos surgiram os motores de criação dos mesmos como a Unreal Engine desenvolvida pela Epic Games em 1998 voltado para desenvolvimento para renderização realista e hoje é utilizada em jogos AAA devido ao poder gráfico (EPIC GAMES, 2022). Outro motor de jogos foi criado em 2013, é a Godot, um motor de jogos de código livre que tem ganhado popularidade por sua flexibilidade (GODOT, 2023). A Unity é uma desses motores de jogos, e é voltada para múltiplas plataformas, se destacando como uma solução viável, e oferecendo diversos recursos que facilitam o processo de desenvolvimento de jogos. Entre estes recusos se tem:

1. editor visual:  permite a construção de cenários em tempo real. Este recurso facilita a visualização durante o desenvolvimento do jogo, permitindo que os desenvolvedores façam ajustes imediatos e vejam os resultados;

motor de física: inclui um motor de física integrado que simplifica a simulação de interações físicas dentro do jogo, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento;

1. Asset Store: a Unity Asset Store é uma plataforma onde desenvolvedores podem adquirir e importar uma vasta gama de componentes e recursos para enriquecer seus projetos. Muitos desses recursos estão disponíveis gratuitamente, o que amplia as opções e reduz custos de desenvolvimento.

Além desses recursos, a Unity possui inúmeras integrações com plataformas que facilitam o desenvolvimento como por exemplo a Vuforia, uma plataforma de desenvolvimento de Realidade Aumentada (ANTLIA, 2024).

## interface de usuario tangÍvel

Em 1997 os pesquisadores led Ishii e Ullmer desenvolveram o termo Interface de Usuário Tangível (IUT). Segundo eles esse tipo de interface tem como objetivo tornar a computação onipresente e diminuir a diferença entre o mundo físico e o mundo computacional. Em 1999 Dourish propôs que fossem incorporados mais dispositivos computacionais ao ambiente físico. O principal ponto de diferença entre a Interface gráfica do utilizador e a Interface de Usuário Tangível e a criação de mais sensores físicos que se comuniquem com o computador (RODIĆ; GRANIĆ, 2021). As Interfaces de Usuário Tangível são usadas principalmente para facilitar a interação entre usuário e máquina de uma maneira mais intuitiva (HUANG; HUANG; CHENG, 2021). Como por exemplo, para a criação de mesas interativas em museus e até mesas interativas em ambientes de trabalho. As IUT também colaboram para o aprendizado por ser possível ter uma interação maior com o assunto que está sendo abordado, influenciando também em comportamentos lúdicos que influenciam positivamente no aprendizado (URRUTIA, 2019).

Em um cenário educacional as IUT se tornam mais atraentes que as interfaces gráficas de usuário pois utilizando as interfaces gráficas de usuário é possível utilizar apenas teclado, mouse ou algum tipo de apontador para o dispositivo. Enquanto com a IUT é possível interagir utilizando objetos do mundo real que pode dar ao usuário uma sensação de toque e resposta. Vários estudos mostram que o processo de ensino utilizando IUT é mais benéfico do que os métodos tradicionais, pois utilizando IUT os alunos se envolvem mais na aula, pois a interação para a resolução de problemas se torna mais atraente e divertida. Outro exemplo é a utilização de IUT em amostras, exposições e museus, pois permite uma interação maior com os objetos que estão sendo expostos (KRESTANOVA, 2021).

## TRABALHOS CORRELATOS

A seguir são apresentados três trabalhos correlatos. Na Tabela 1 é apresentado o projeto de Chen (2020), que busca descobrir como jogos de tabuleiro podem auxiliar na comunicação e resolução de problemas. Na Tabela 2 é apresentado o trabalho de Yusof (2019), que busca descobrir se a Realidade Aumentada traria mais interesse para o jogo de xadrez. Por fim, na Tabela 3 é descrito o trabalho de Cerrón (2019), que buscava desenvolver um jogo de xadrez utilizando Realidade Aumentada e animação 3D para a captura de peças.

Tabela 1 – a cognitive-based board game with augmented reality for older adults development and usability study

|  |  |
| --- | --- |
| Referência | Chen (2020) |
| Objetivos | Entender como jogos de tabuleiro, que utilizam Realidade Aumentada (RA), podem auxiliar na comunicação, resolução de problemas e respostas emocionais. E se a RA é benéfica para a faixa etária entre 50 e 59 anos. |
| Principais funcionalidades | O jogo se trata de um quebra-cabeça de marcadores 2D que quando juntados corretamente formam um marcador que gera uma imagem 3D do objeto. |
| Ferramentas de desenvolvimento | Não especificado. |
| Resultados e conclusões | Foi possível notar que houve um engajamento grande dos participantes utilizando a RA, tendo os objetos despertando uma sensação nostálgica, o que gerou um sentimento bom. |

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 1 - Exemplo de imagem gerada no jogo

Tela de celular

Descrição gerada automaticamente com confiança média

Fonte: Chen (2020).

Tabela 2 - collaborative augmented reality for chess game in handheld devices

|  |  |
| --- | --- |
| Referência | Yusof (2019) |
| Objetivos | Desenvolver um jogo de xadrez para dispositivos móveis com Android para dois jogadores, utilizando Realidade Aumentada (RA). |
| Principais funcionalidades | Possibilidade de jogar xadrez. Informar quais as jogadas possíveis para o usuário. |
| Ferramentas de desenvolvimento | Para o desenvolvimento do jogo foi utilizada a Unity, configurada para sistemas Android. Já  para criar a visualização em RA utilizou-se a plataforma Vuforia, que realiza o processamento  de imagens gerando marcadores virtuais. |
| Resultados e conclusões | O desempenho do jogo em dispositivos móveis foi satisfatório. As instruções em RA ajudaram os jogadores, mesmo inexperientes, a jogarem o xadrez de acordo com as regras oficiais do jogo. |

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 2 - Demonstração de movimentos possíveis da peça de xadrez

Interface gráfica do usuário

Descrição gerada automaticamente com confiança média

Fonte: Yusof (2019).

Tabela 3 - a cognitive-based board game with augmented reality for older adults development and usability study

|  |  |
| --- | --- |
| Referência | Cerrón (2019) |
| Objetivos | Desenvolver o jogo de xadrez, para dispositivos móveis Android, utilizando Realidade Aumentada (RA) e tendo representações em 3D das peças do jogo de xadrez. |
| Principais funcionalidades | Possibilidade de se jogar o xadrez entre duas pessoas, desde que ambas tenham o aplicativo baixado. Ter animações ao capturar peças. |
| Ferramentas de desenvolvimento | Para o desenvolvimento do jogo foi utilizada a Unity, configurada para sistemas Android. Já  para criar a visualização em RA utilizou-se a plataforma Vuforia, que realiza o processamento  de imagens gerando marcadores virtuais. |
| Resultados e conclusões | Na validação foi alcançado o objetivo de ter uma avaliação positiva de mais de 80% dos jogadores que participaram dos testes. |

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 3 - Demonstração da animação das peças do jogo de xadrez

Uma imagem contendo segurando, mesa, par, luz

Descrição gerada automaticamente

     Fonte: Cerrón. (2019).

# DESCRIÇÃO

Nesta seção são descritos os detalhes de especificação e implementação do jogo de xadrez desenvolvido, a qual está dividida em três subseções. Na subseção 3.1 se tem a especificação, trazendo os quadros de requisitos funcionais e não funcionais e o fluxograma dos principais processos. Já na subseção 3.2 são abordados detalhes das implementações das funcionalidades presentes no jogo.

O jogo de xadrez que foi implementado, para cumprir todas as regras que já existem no jogo, sendo assim as peças têm os mesmos movimentos do jogo de xadrez normal, porém além de todas as regras normais ele tem a função de mostrar para quais casas as peças podem se mover, tendo assim o intuito de auxiliar no aprendizado do jogo. Outro ponto importante da implementação é a adição da Realidade Aumentada ao menu, onde para liberar as opções para escolha se o jogo será local ou multijogadores, além de mostrar um tabuleiro em cima do marcador.

## Especificação

Esta subseção apresenta na Tabela 4 os Requisitos Funcionais (RFs), já na Tabela 5 apresenta os Requisitos Não Funcionais (RNFs).

..

Tabela 4 - Requisitos Funcionais

|  |
| --- |
| RF01: deve mostrar as peças e o tabuleiro de xadrez |
| RF02: deve mostrar as posições de possíveis jogadas para as peças |
| RF03: deve utilizar marcadores físicos |
| RF04: deve suportar multijogadores |
| RF05: deve auxiliar no ensino do xadrez mostrando as possíveis jogadas |

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 5 - Requisitos Não Funcionais

|  |
| --- |
| RNF01: deve ser intuitivo para o usuário |
| RNF02: utilizar o motor de jogos Unity |
| RNF03: utilizar a linguagem de programação C# |
| RNF04: utilizar a ferramenta Vuforia na parte de Realidade Aumentada |

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 4 - Fluxograma dos processos do jogo

Mapa com linhas pretas em fundo branco

Descrição gerada automaticamente

Fonte: elaborado pelo autor.

O fluxograma dos processos do jogo apresentado na Figura 5, foi construído utilizando a ferramenta online

Draw.io, disponível gratuitamente. Com o início do fluxograma é solicitado ao usuário a permissão para o uso da câmera do aparelho, pois sem a câmera não é possível utilizar a realidade aumentada assim não conseguindo fazer a leitura do marcador. Após a permissão ser concedida o usuário é encaminhado para a tela inicial do jogo, onde após a leitura do marcador é possível escolher entre o jogo local ou o jogo multijogador. Caso ele escolha jogar localmente o jogo é iniciado, tendo o time branco como a equipe inicial. Após a jogada caso o jogo termine é possível voltar ao menu inicial, mas caso o jogo não termine é passada a vez de jogar para o time oposto. E se o jogador escolher por jogar o modo multijogador ele será redirecionado para o menu de multijogador, onde poderá optar por escolher se deseja ser o *host* ou se deseja se conectar a outro jogador. E assim, caso opte por ser o *host* deve aguardar o outro jogador se conectar. E por fim, caso opte por se conectar a outro jogador devera inserir o IP do outro jogador e clicar em conectar. Após os dois jogadores estarem conectados o jogo começa e segue conforme a opção de jogo local.

## implementação

Na implementação do jogo, a primeira parte desenvolvida foi o posicionamento das casas e a definição de duas constantes de eixo para garantir o correto funcionamento do movimento do usuário. Em seguida, foram criados *scripts* para cada tipo de peça, todas herdando de uma classe pai devido ao comportamento semelhante, com métodos específicos de movimento e, quando aplicável, movimentos especiais dependendo do tipo de peça do jogo de xadrez. O posicionamento e as interações das peças foram ajustados para aumentar o realismo dos movimentos. A movimentação das peças foi refinada, permitindo movimentos especiais quando necessário. Após esses desenvolvimentos, foi implementada a tela de definição do vencedor.

O jogo foi então transformado em *multiplayer* com a criação de um *script* cliente/servidor para gerenciar a conexão entre os jogadores. A sincronização das mensagens foi ajustada para refletir os movimentos de um jogador no jogo do outro, garantindo dinamismo no modo *multiplayer*. Por fim, o jogo foi transferido da versão sem realidade aumentada para a realidade aumentada utilizando o Vuforia, finalizando assim a implementação do jogo.

Figura 5 - Tela da partida

Mesa de madeira com vários objetos

Descrição gerada automaticamente com confiança média

Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 5 é possível observar como ficam as peças e o tabuleiro durante uma partida.

Figura 6 - Tabuleiro durante o menu

Imagem de jogo de vídeo game

Descrição gerada automaticamente com confiança baixa

Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 6 é possível ver como se comporta o tabuleiro durante o menu, onde ele é posicionado em cima do marcador.

Figura 7 - Movimentos possíveis

Imagem de jogo de vídeo game

Descrição gerada automaticamente com confiança média

Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 7 é possível ver como são mostrados os movimentos possíveis.

# RESULTADOS

## TESTES COM USUÁRIOS

Com o objetivo de verificar o jogabilidade do jogo, foi elaborado e disponibilizado através do Google Forms um formulário a um grupo de 10 pessoas. Na Tabela 6 apresenta quais foram as perguntas.

Tabela 6 - Perguntas feitas para os usuários

|  |  |
| --- | --- |
| Ordem | Pergunta |
| 1 | Qual o seu nome? |
| 2 | Você já conhecia ou sabia jogar xadrez? |
| 3 | De 0 a 5, o quanto foi interessante jogar xadrez com Realidade Aumentada? |
| 4 | De 0 a 5 o quanto você acha que o jogo ajudou no aprendizado das regras do xadrez? |
| 5 | De 0 a 5, o quanto você achou a interface intuitiva? |
| 6 | De 0 a 10, o quanto a Realidade Aumentada aumentou seu interesse no xadrez? |

Fonte: elaborado pelo autor.

Com base nas respostas da segunda pergunta, o resultado foi que todos os participantes da pesquisa já tiveram contato ou sabiam jogar xadrez. Com base nas respostas da terceira pergunta 40% deram nota 5, relacionando que foi interessante jogar xadrez tendo a Realidade Aumentada, outros 40% deram nota 4, o que também é um bom resultado, pois indica que a Realidade Aumentada pode aumentar a diversão jogando xadrez. Porém 10% deram nota 3 e outros 10% deram nota 2, dando a entender que o fato de utilizar Realidade Aumentada não aumentou significativamente a diversão jogando xadrez. Seguindo para a quarta pergunta, 60% deram nota 5 e 20% nota 4 dando a entender que mostrar as jogadas possíveis aumentou significativamente o entendimento das regras do xadrez. Porém outros 10% deram nota 3 e 10% deram nota 2, indicando que mostrar as posições para onde as peças podem ir não foi tão significativo assim para o aprendizado das regras. Seguindo para a quinta pergunta, 60% deram nota 5 e 10% deram nota 4 para a intuitividade da interface, gerando assim uma ideia de que a interface estava sendo fácil de ser utilizada. Porém 10% deram nota 3, 10% nota 2 e 10% nota 1, dando a entender que no geral a interface estava bem confusa de ser utilizada. E por fim a última pergunta que é relacionada a quanto o Realidade Aumentada aumentou o interesse pelo xadrez, 50% responderam acima de 7, dando a entender que a Realidade Aumentado pode sim ser um grande aliado no aumento de número de jogadores de xadrez. Porém os outros 50% responderam abaixo de 7, fazendo assim com que as respostas não dessem uma certeza de que a Realidade Aumentada realmente é uma boa ferramenta para aumentar o número de jogadores.

## COMPARAÇÃO COM TRABALHOS CORRELATOS

A Tabela 7 apresenta uma comparação entre os trabalhos correlatos e o desenvolvido. Se formos comparar os trabalhos correlatos com o desenvolvido nesse projeto, ambos utilizam Realidade Aumentada, e para ambos é necessário o uso de marcadores. Porém a primeira diferença que podemos notar é que apenas o trabalho de Chen (2020) permite que o jogo seja jogado *offline*, porém o trabalho de Chen (2020) não é sobre xadrez, então apenas o desenvolvido nesse projeto é sobre o xadrez e pode ser jogado *offline*. Outro ponto é que o desenvolvido nesse projeto pode ser jogado em várias plataformas, tanto Android quanto Windows, enquanto todos os outros citados podem ser jogados apenas em dispositivos Android.

Tabela 7 - Comparativo entre trabalhos

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Chen (2020) | Yusof (2019) | Yusof (2019) | Trabalho desenvolvido |
| Utiliza RA | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Marcador para RA | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Permite mais de um jogador | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Funciona offline | Sim | Não | Não | Sim |
| É sobre o jogo xadrez | Não | Sim | Sim | Sim |
| Plataforma | Android | Android | Android | Multiplataforma |
| Mostra jogadas possíveis | x | Sim | Não | Sim |

Fonte: elaborado pelo autor.

# CONCLUSÕES

Este trabalho se mostrou um passo adiante para a inclusão e despertou o interesse de diferentes tipos de pessoas para o xadrez. A RA foi de suma importância para atrair a atenção para o jogo mostrando que mais modos de personalização das peças e tabuleiros seriam ainda mais atrativos para, principalmente, crianças e adolescentes. O desenvolvimento deste trabalho usou a linguagem C#, Vuforia, Unity, que mostraram ser essenciais para a conclusão dos objetivos propostos. Assim, acreditasse que este trabalho possui um grande potencial na inclusão de novos jogadores para o xadrez, sua atuação em escolas é muito indicada como já seria a prática do próprio jogo de tabuleiro físico. Jovens possuem uma exposição à tecnologia muito mais cedo que as gerações anteriores e, para eles, é muito indicada a utilização de RA para a interação do mundo físico com o virtual, enquanto para pessoas de idade mais avançada, a novidade da RA traz um sentimento positivo e nostálgico.

As respostas da última pergunta da pesquisa, especificamente, mostram uma divergência sobre o aumento de interesse no jogo, porém há de ser ressaltada a índole da pergunta: O aumento de alguém que já é bastante interessado pode ser zero e, ainda assim, mostrar que o jogo é atraente para esta pessoa. Foi aqui o caso, a única pessoa a dar nota mínima era alguém que já estava inserido no meio, explicando assim sua avaliação. Já, a interface ser considerada intuitiva pela maioria dos usuários, como mostrado na Figura 9, não me parece uma grande conquista.  Um estudo sobre Interface de Usuário (IU) seria bem utilizado para aprimorar a mesma, e é indicado em uma atualização futura do software. Em conjunto, a facilidade para aprender as regras do jogo pode ter sofrido um pouco quando relacionada a facilidade de compreensão da UI e, ainda assim, houve um aumento considerável na facilidade de compreensão do jogo. Percebe-se uma necessidade em explicar melhor a regra do Roque, uma animação diferenciada nas peças seria o indicado, com mudanças de iluminação e texto aparente.

A utilização do motor de jogos Unity se mostrou uma boa escolha para este trabalho, e, considerando todos os resultados, conclui-se que: É afirmativo que a RA pode ser uma ótima ferramenta de inclusão, despertando o interesse e facilitando o acesso ao jogo. Existem espaços para a melhora da UI e das animações que, nota-se, são o ponto fraco da apresentação do jogo. O mais importante, porém, está como citado: A inclusão. Ter usuários sentindo-se mais atraídos pela ideia de jogar xadrez é algo extremamente positivo.

Referências

BERRYMAN, Donna R... Augmented Reality: a review. **Medical Reference Services Quarterly**, [S.L.], v. 31, n. 2, p. 212-218, abr. 2012. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/02763869.2012.670604.

CERRÓN, Fredy; VILLANUEVA, Ricardo; BARRIENTOS, Alfredo. Multiplayer Chess Game Development Using Augmented Reality and 3D Models. 2023 11Th International Conference On Information And Education Technology (Iciet), Lima, Perú, v. 1, n. 1, p. 562-566, 18 mar. 2023. IEEE. http://dx.doi.org/10.1109/iciet56899.2023.10111376.

CHEN, Yen-Fu; JANICKI, Sylvia. A Cognitive-Based Board Game With Augmented Reality for Older Adults: development and usability study. **Jmir Serious Games**, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 1-15, 14 dez. 2020. JMIR Publications Inc... http://dx.doi.org/10.2196/22007.

DERAKHSHANDI, Mohammad; KOLAHDOUZ-RAHIMI, Shekoufeh; TROYA, Javier; LANO, Kevin. A model-driven framework for developing android-based classic multiplayer 2D board games. Automated Software Engineering, [S.L.], v. 28, n. 2, p. 1-57, 11 jun. 2021. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s10515-021-00282-1.

FIDE. Rating analytics: The number of rated chess players goes up, FIDE, 23 dez. 2019, Disponível em: https://www.fide.com/news/288. Acessado em 26 set. 2023.

GARZÓN, Juan. An Overview of Twenty-Five Years of Augmented Reality in Education. **Multimodal Technologies And Interaction**, [S.L.], v. 5, n. 7, p. 5-37, 8 jul. 2021. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/mti5070037.

HUANG, Hsiu-Mei; HUANG, Tien-Chi; CHENG, Ching-Yu. Reality matters? exploring a tangible user interface for augmented-reality-based fire education. **Universal Access In The Information Society**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 927-939, 17 abr. 2021. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s10209-021-00808-0.

KRESTANOVA, Alice; CERNY, Martin; AUGUSTYNEK, Martin. Review: development and technical design of tangible user interfaces in wide-field areas of application. **Sensors**, [S.L.], v. 21, n. 13, p. 4258, 22 jun. 2021. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/s21134258.

NANU, Costica Ciprian; COMAN, Claudiu; BULARCA, Maria Cristina; MESESAN-SCHMITZ, Luiza; GOTEA, Mihaela; ATUDOREI, Ioana; TURCU, Ioan; NEGRILA, Ion. The role of chess in the development of children-parents’ perspectives. Frontiers In Psychology, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 138-144, 26 jun. 2023. Frontiers Media SA. http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1210917

RIZOV, Tashko; DJOKIC, Jelena; TASEVSKI, Milan. Design of a board game with augmented reality. Fme Transactions, [S.L.], v. 47, n. 2, p. 253-257, 2019. Centre for Evaluation in Education and Science (CEON/CEES). http://dx.doi.org/10.5937/fmet1902253r.

RODIć, Lea Dujić; GRANIć, Andrina. Tangible interfaces in early years’ education: a systematic review. Personal And Ubiquitous Computing, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 39-77, 23 maio 2021. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s00779-021-01556-x.

SILVA, Danilo Lazarte. Xadrez na educação física escolar: da especificidade à interdisciplinaridade. 2023. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Educação Física) - Faculdade de Educação Física e Dança, Universidade Federal de Goiás,Goiânia, 2023.

URRUTIA, Francisco Javier Zamorano; LOYOLA, Catalina Cortés; MARÍN, Mauricio Herrera. A Tangible User Interface to Facilitate Learning of Trigonometry. International Journal Of Emerging Technologies In Learning (Ijet), [S.L.], v. 14, n. 23, p. 152, 6 dez. 2019. International Association of Online Engineering (IAOE). http://dx.doi.org/10.3991/ijet.v14i23.11433.

YUSOF, Cik Suhaimi; LOW, Tian Sheng; ISMAIL, Ajune Wanis; SUNAR, Mohd Shahrizal. Collaborative Augmented Reality for Chess Game in Handheld Devices. 2019 Ieee Conference On Graphics And Media (Game), [S.L.], p. 32-37, nov. 2019. IEEE. http://dx.doi.org/10.1109/game47560.2019.8980979.