

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
() PRÉ-PROJETO	(X) PROJETO	ANO/SEMESTRE: 2023/2

APLICAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA COM INTERFACE DE USUÁRIO TANGÍVEL PARA O ENSINO DO XADREZ

João Vitor Persuhn

Prof. Dalton Solano dos Reis - Orientador

1 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 registrados (FIDE, 2019). Em 2019 com 5.340 jogadores, o Brasil foi o 14º 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 boa ferramenta 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, essa proposta tem como objetivo 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 as peças físicas reais.

1.1 OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo principal criar um aplicativo utilizando Realidade Aumentada (RA) e Interface de Usuário Tangível (IUT) para o jogo de xadrez.

Os objetivos específicos são:

- a) validar se RA e IUT podem aumentar o interesse no jogo xadrez;
- b) validar se RA e IUT podem auxiliar no ensino do xadrez;
- c) verificar se é possível utilizar marcadores de RA nas peças do jogo de xadrez para permitir interações usando a IUT.

2 TRABALHOS CORRELATOS

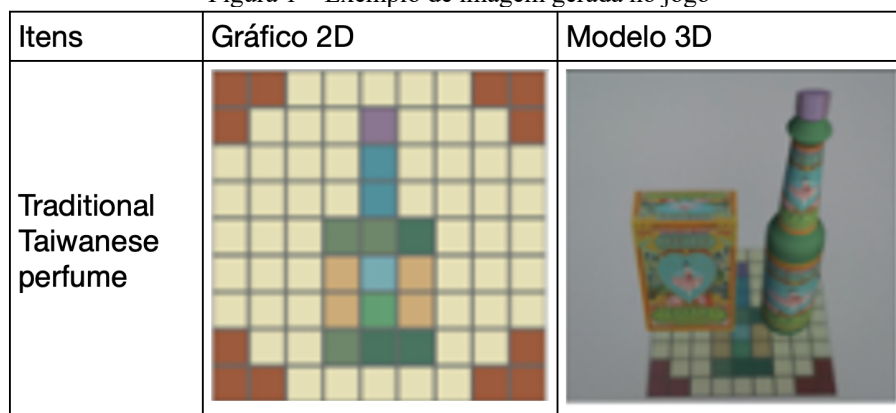
A seguir serão apresentados três trabalhos acadêmicos que contém características similares ao objetivo do trabalho proposto. O primeiro é um jogo desenvolvido para idosos, que contém marcadores de Realidade Aumentada (RA) para mostrar objetos e despertar uma sensação de nostalgia nos usuários (CHEN, 2020). O segundo é o jogo de xadrez desenvolvido utilizando RA para dois jogadores, disponibilizado para dispositivos móveis, utilizando Vuforia para o desenvolvimento de marcadores de RA, Unity como motor de jogos e Photon Unity Networking (PUN) como ferramenta de interação entre jogadores (YUSOF, 2019). O terceiro é o jogo de xadrez para dois jogadores utilizando RA, para ser jogado em dispositivos móveis, utilizando Vuforia para o desenvolvimento de marcadores de RA, Unity como motor de jogos e PUN como ferramenta de interação entre jogadores, além de utilizar também modelos 3D para representar as peças de xadrez (CERRÓN, 2023).

2.1 A COGNITIVE-BASED BOARD GAME WITH AUGMENTED REALITY FOR OLDER ADULTS DEVELOPMENT AND USABILITY STUDY

O trabalho desenvolvido por Chen (2020) tem como objetivo entender como jogos de tabuleiro, que utilizam Realidade Aumentada (RA), pode auxiliar na comunicação, resolução de problemas e respostas emocionais e se a RA é benéfica para a faixa etária entre 50 e 59 anos. O jogo foi desenvolvido para que os usuários pudessem apontar a câmera do celular para marcadores 2D, e esses marcadores 2D gerassem objetos 3D na tela do celular. O jogo foi desenvolvido apenas para celulares Android. Para testar o jogo, foram escolhidos 23 participantes, com idades entre 50 e 59 anos para jogar e avaliar. Em cada sessão os participantes eram observados e após repassavam uma avaliação sobre a interação com o jogo.

O jogo foi desenvolvido para ser um quebra-cabeça 2D, que após ser montado vira um marcador de RA (CHEN, 2020). Não é necessário estar conectado na internet para ele funcionar, precisa apenas ter o aplicativo instalado. Ao apontar a câmera do celular usando o aplicativo para o marcador ele se tornasse um objeto 3D na tela. O quebra-cabeça tem como objetivo manter as pessoas nessa faixa de idade, cognitivamente ativas e por isso não são dadas dicas de como as peças devem se encaixar, apenas exemplos das imagens que devem ser formadas (CHEN, 2020). A escolha dos objetos foi feita com a intenção de relembrar a infância. O jogo foi desenvolvido para ser cooperativo e pode ser jogada por 4 a 5 pessoas, ele possui 60 peças de quebra-cabeça que podem formar 10 marcadores 2D. Na Figura 1 podemos ver um exemplo do quebra-cabeça 2D e do objeto 3D que o marcador se torna na tela do celular.

Figura 1 – Exemplo de imagem gerada no jogo



Fonte: Chen (2020).

Após os testes feitos pelos pesquisadores, foi possível notar que houve um engajamento grande dos participantes utilizando a RA, tendo os objetos despertado uma sensação nostálgica, o que gerou um sentimento bom. Também houve uma melhor comunicação entre os participantes utilizando a comunicação orientada a tarefas, com relação a comunicação socioemocional (CHEN, 2020).

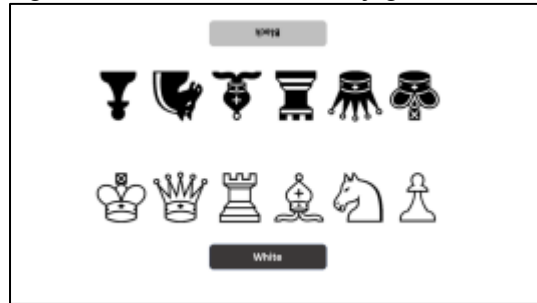
2.2 COLLABORATIVE AUGMENTED REALITY FOR CHESS GAME IN HANDHELD DEVICES

O trabalho desenvolvido por Yusof (2019) tem como objetivo desenvolver um jogo de xadrez para dispositivos móveis com Android para dois jogadores, utilizando Realidade Aumentada (RA). Para o desenvolvimento da parte de RA foi utilizado o Vuforia para usar os marcadores físicos. Os marcadores físicos foram armazenados no “Vuforia Image Target Database”, para poder fazer a integração com o motor de jogos.

Para a parte de desenvolvimento do multijogador foi utilizado o Photon Unity Networking (PUN), ele cria um servidor virtual para a comunicação entre jogadores, assim diminuindo o processamento necessário nos dispositivos móveis. Para o desenvolvimento do jogo foi utilizado o motor de jogos Unity3, sendo uma das ferramentas mais populares para o desenvolvimento de jogos, e tendo uma boa integração tanto com o Vuforia quanto com o PUN (YUSOF, 2019).

O objetivo do jogo é similar ao objetivo do xadrez convencional, onde existem dois jogadores, um joga com as peças de cor branca e o outro jogador com as peças de cor preta. Para iniciar o jogo é necessário ter o aplicativo específico que foi desenvolvido e apontar a câmera do celular para os marcadores de RA (Figura 2). Além do jogo de xadrez, também foi inserido no jogo a opção de mostrar as casas em que as peças podem se movimentar, tendo assim a ideia de auxiliar no aprendizado do jogo (Figura 3).

Figura 2 – Marcadores de RA do jogo de xadrez



Fonte: Yusof (2019).

Figura 3 – Demonstração de movimentos possíveis da peça de xadrez



Fonte: Yusof (2019).

Para jogar o jogo de xadrez é necessário que os dois jogadores tenham o aplicativo baixado, e o celular tenha conexão com a internet para que o jogo seja atualizado após cada jogada. Os resultados após os testes feitos pelos pesquisadores foram satisfatórios, trazendo uma taxa de quadros ideal no jogo, tendo um desempenho satisfatório nos dispositivos e o mínimo de erros no jogo. As instruções em RA ajudaram os jogadores, mesmo inexperientes, a jogarem o xadrez de acordo com as regras oficiais do jogo, trazendo assim um melhor entendimento do jogo e um interesse maior pelo jogo (YUSOF, 2019).

2.3 MULTIPLAYER CHESS GAME DEVELOPMENT USING AUGMENTED REALITY AND 3D MODELS

O trabalho desenvolvido por Cerrón (2023) tem como objetivo desenvolver o jogo de xadrez, para dispositivos móveis android, utilizando Realidade Aumentada (RA) e tendo representações em 3D das peças do jogo de xadrez. Para o desenvolvimento da parte de RA foi utilizado o Vuforia, para usar os marcadores físicos, para poder fazer a integração com o motor de jogos.

Para a parte de desenvolvimento a escolha de ferramentas foi bem similar ao trabalho correlato anterior, para a parte de multijogador foi utilizado o Photon Unity Networking (PUN). Para o desenvolvimento dos modelos 3D foram obtidos online e de graça. Para a modelagem, textura e animação foi utilizado o Blender. Para o desenvolvimento do jogo foi utilizado o Unity3D. Para a parte de Realidade Aumentada foi utilizado o Vuforia (CERRÓN, 2019).

O jogo foi desenvolvido para que o xadrez seja jogado entre dois jogadores humanos, necessitando assim que ambos tenham o aplicativo baixado e conexão com a mesma rede de internet, para que o jogo seja atualizado após cada jogada. Para trazer algum ponto de diferença entre o xadrez tradicional foram adicionadas peças personalizadas com a temática medieval, e foram adicionadas animações na captura de peças como mostrado na Figura 4.

Figura 4 - Demonstração da animação das peças do jogo de xadrez



Fonte: Cerrón. (2019).

A escolha correta de cada ferramenta foi importante pois todas conseguiram se integrar, e assim acelerando o desenvolvimento final do jogo. Na validação foi alcançado o objetivo de ter uma avaliação positiva de mais de 80% dos jogadores que participaram dos testes (CERRÓN, 2019).

Com base nos resultados apresentados nos trabalhos acima, pode-se afirmar que a utilização de Realidade Aumentada é benéfica como auxílio para ensino de jogos de tabuleiro, tendo inclusive um bom uso no jogo de xadrez, tanto para auxiliar no ensino, quanto para a interatividade entre os jogadores. Sendo assim o presente trabalho tem como objetivo auxiliar no ensino do jogo xadrez, utilizando Realidade Aumentada juntamente com interface de usuário tangível (CERRÓN, 2019).

3 PROPOSTA DE JOGO

Nesta seção será apresentada a justificativa e a relevância deste trabalho para a área de ensino do xadrez. Também serão apresentados os principais Requisitos Funcionais (RF) e Requisitos Não Funcionais (RNF), a metodologia utilizada e o cronograma a ser seguido.

3.1 JUSTIFICATIVA

No Quadro 1 é apresentado um comparativo das características entre os trabalhos correlatos. Nas linhas são descritas as características e nas colunas os trabalhos.

Quadro 1 – Características dos trabalhos correlatos

Trabalhos Correlatos Características	Chen (2020)	Yusof (2019)	Cerrón (2023)
Utiliza RA	Sim	Sim	Sim
Necessário uso de marcador para RA	Sim	Sim	Sim
Permite mais de um jogador	Sim	Sim	Sim
Funciona offline	Sim	Não	Não
É sobre o jogo xadrez	Não	Sim	Sim
Plataforma	Android	Android	Android
Mostra jogadas possíveis	x	Sim	Não

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir do Quadro 1 se pode constatar que todos os trabalhos utilizaram marcadores, sendo essa uma forma de utilizar a Realidade Aumentada (RA). Enquanto Chen (2020) permite a utilização offline, Yusof (2019) e Cerrón (2023) não permitem, pois para haver a interação entre os dois participantes, é necessário que eles estejam conectados à internet para que o tabuleiro possa ser renderizado após o movimento do adversário.

Já o trabalho desenvolvido por Chen (2020) não é sobre o xadrez, mas sim sobre outro jogo de tabuleiro, os trabalhos de Yusof (2019) e Cerrón (2023) são sobre o jogo de xadrez. Isso mostra que a utilização de RA, pode ser utilizada em mais de um estilo de jogo de tabuleiro. Por fim, Yusof (2019) mostra quais são as jogadas possíveis, Cerrón (2023) não tem essa opção. Essa opção de mostrar as jogadas possíveis é bastante útil para jogadores iniciantes entenderem qual as possibilidades de cada peça de xadrez trazem, tendo assim o processo de aprendizado e o interesse pelo jogo aumentado.

Desta forma se pode concluir que apesar dos trabalhos correlatos utilizarem marcadores para RA, nenhum deles utilizam de fato um tabuleiro físico como ferramenta de jogo. Além disso nenhum deles é voltado para o ensino do xadrez para iniciantes. Sendo assim o trabalho proposto se difere dos demais, pois pretende utilizar uma IUT como objeto para o jogo e focar mais na parte de ensino para crianças, tendo assim ferramentas pensadas para esse objetivo. E assim, se espera como contribuição tecnológica avaliar o uso de RA e IUT sendo utilizados num

cenário real de um jogo de xadrez. E como contribuição social, disponibilizar uma nova forma de jogar xadrez, o qual possa motivar o interesse por este jogo.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Os requisitos da ferramenta são:

- a) deve mostrar as peças e o tabuleiro de xadrez fisicamente (Requisito Funcional – RF);
- b) deve mostrar as posições de possíveis jogadas para as peças (RF);
- c) deve ser fisicamente interativo (RF);
- d) deve utilizar marcadores físicos para representar as peças (RF);
- e) deve suportar multijogadores (RF);
- f) deve auxiliar no ensino do xadrez mostrando as possíveis jogadas (RF);
- g) deve ser intuitivo para o usuário (Requisito Não Funcional – RNF);
- h) utilizar o motor de jogos Unity (RNF);
- i) utilizar a linguagem de programação C# (RNF);
- j) utilizar a ferramenta Vuforia na parte de Realidade Aumentada (RNF).

3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- a) levantamento bibliográfico: pesquisar sobre xadrez e a utilização da Realidade Aumentada com Interface Humano Computador para desenvolvimento de jogos;
- b) levantamento de requisitos: a partir da etapa anterior reavaliar os requisitos para o desenvolvimento;
- c) modelagem de diagramas: realizar modelagem do diagrama de classes e do modelo de entidade de relacionamento a serem utilizados no projeto, seguindo os padrões *Unified Modeling Language* (UML);
- d) desenvolvimento dos marcadores físicos: desenvolver o tipo de marcador que melhor se encaixa com o trabalho;
- e) fazer o mapeamento dos marcadores: mapear os marcadores e integrar com o Vuforia que será a ferramenta utilizada para gerar a RA;
- f) integrar o Vuforia com o motor de desenvolvimento: integrar o Vuforia com o Unity que será o motor utilizado para desenvolvimento;
- g) desenvolver o jogo: desenvolver os movimentos das peças, assim como quais casas elas podem ocupar e a lógica por trás do xadrez;
- h) teste com usuários: efetuar testes de usabilidade com público-alvo.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma

	2024									
	fev.		mar.		abril.		maio		jun.	
etapas / quinzenas	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
levantamento bibliográfico										
levantamento de requisitos										
modelagem de diagramas										
desenvolvimento dos marcadores físicos										
fazer o mapeamento dos marcadores										
integrar o Vuforia com o motor de desenvolvimento										
desenvolver o jogo										
teste com usuários										

Fonte: elaborado pelo autor.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção serão descritos brevemente os assuntos que fundamentarão o estudo a ser realizado, os quais são: Realidade Aumentada e Interface de Usuário Tangível.

4.1 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 usada 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 vem se tendo avanços positivos, sendo implantado em vários níveis da educação, das 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).

4.2 INTERFACE DE USUARIO TANGIVEL

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 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).

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>.