

Sudoku Binário como jogo no ensino médio técnico: um relato de experiência

Maurilio Martins Campano Junior^{1,2}, Larissa Fátima de Souza da Luz Santini¹, Mateus Bonfim Track¹, Marcos de Assumpção¹, Linnyer Beatrys Ruiz Aylon¹

Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Departamento de Informática (DIN)
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PCC)
Grupo de Pesquisa Manna Team - Jogos
Maringá - PR - Brazil

Centro Universitário UniCesumar
Curso de Engenharia de Software
Maringá - PR - Brazil

maurilio.campanojr@gmail.com, larissaluzsantini@gmail.com,
mateus.trackson@gmail.com, assumptcao2000@yahoo.com.br, lbruiz@uem.br

Abstract. *Educational games facilitate learning by allowing playfulness and fun in a learning environment. Simple examples such as Sudoku or Binary Sudoku promote logical challenges when played and can be adapted to different difficulty levels and age groups. Therefore, the objective of this study is to evaluate the application of Binary Sudoku in the classroom, aiming to integrate and contextualize students with the binary representation system. The practice was conducted in three public schools, involving a total of 144 students from technical high school. The results indicate that this activity is both challenging and enjoyable, and it can stimulate student learning.*

Resumo. *Jogos educativos facilitam o aprendizado à medida que permitem a ludicidade e a diversão em um ambiente de aprendizado. Exemplos simples como o Sudoku ou Sudoku Binário promovem um desafio lógico ao serem jogados, podendo ser trabalhados em diferentes níveis de dificuldade com diferentes faixas etárias. Assim, o objetivo deste trabalho é a avaliação da aplicação do Sudoku Binário em sala de aula, visando integrar e contextualizar os alunos ao sistema de representação binário. A prática foi realizada em três escolas públicas, envolvendo um total de 144 alunos do ensino médio técnico. Os resultados apontam para uma atividade desafiadora, divertida e que pode estimular o aprendizado dos alunos*

1. Introdução

Jogos educativos podem promover a interação entre alunos, facilitando o aprendizado por meio de um ambiente alegre e prazeroso, além de estimular a colaboração e a troca de conhecimentos entre os alunos [Petri et al. 2018].

O Sudoku Binário é uma variação do Sudoku tradicional, envolvendo somente os valores zero e um em seu preenchimento, no entanto com diferentes abordagens e formas de resolução [Utomo and Makarim 2017], [De Biasi 2012].

Portanto o objetivo deste trabalho é apresentar os resultados da aplicação do Sudoku Binário com alunos do ensino médio técnico em desenvolvimento de sistemas. Ao todo 144 alunos participaram da atividade, respondendo questionários de avaliação do uso do jogo em si.

2. Fundamentação teórica e trabalhos relacionados

Segundo Bailey et al. (2008) o jogo de desafio conhecido como Sudoku foi criado em 1979, por Harold Garns, introduzindo um quebra-cabeça com um grande quadrado 9×9 , constituído internamente por 9 quadrados menores 3×3 .

Já o Sudoku Binário é um quebra-cabeça com estilo bem similar ao Sudoku tradicional, porém o preenchimento das linhas e colunas deve utilizar apenas os algarismos do sistema binário, sendo esses 0 e 1 [Utomo 2017].

Segundo Utomo e Pellikkan (2017), para o jogo ser resolvido da maneira correta, é necessário que ele siga 3 regras principais: (R1) não pode haver três ou mais números iguais consecutivos em qualquer coluna ou linha; (R2) a quantidade de zeros e uns deve ser igual para todas as linhas e colunas, sendo que essa quantidade é equivalente à metade do tamanho do tabuleiro; (R3) não pode haver duas colunas ou duas linhas com os mesmos valores.

Com relação ao Sudoku tradicional, diversos trabalhos envolvem o estudo de seus conceitos matemáticos e computacionais [Delahaye 2006], [Felgenhauer and Jarvis 2006], [Russell and Jarvis 2006], [Lina and Rumetna 2021], [Lynce and Ouaknine 2006] e [Simonis 2005].

Já para o Sudoku Binário, de Biasi (2012) prova que o jogo é classificado como um problema da classe NP-Completo, enquanto que Utomo e Makarim (2017) utilizam três métodos de resolução distintos e avaliam a resolução em tabuleiros de diferentes tamanhos e níveis de dificuldades.

Sobre atividades que envolvam o uso do Sudoku Binário como prática educativa com alunos, nenhum trabalho foi encontrado, sendo assim uma área com possibilidades de pesquisas futuras.

3. Projeto das atividades

O projeto foi elaborado a partir da definição dos jogos a serem utilizados como base nas escolas, assim foram utilizados as versões de Uno Binário 6×6 e 8×8 nos níveis de dificuldade fácil, difícil e muito difícil.

Para cada jogo foi elaborado um arquivo contendo a matriz com os números do jogo, uma letra indicativa do nível de dificuldade e um número identificador do jogo em si.

As letras indicativas dos níveis de dificuldade utilizadas são E (*easy*) para o nível de dificuldade fácil, H (*hard*) para o nível difícil e VH (*very hard*) para o muito difícil, sendo que a Figura 1 apresenta um exemplo de jogo 6×6 no nível fácil e sua resolução.

Para cada versão do jogo, 6×6 e 8×8 , foram preparadas 90 jogos diferentes, sendo 30 de cada nível (fácil, difícil e muito difícil), totalizando então 180 versões diferentes do Sudoku Binário.

1			0			1	0	1	0	1	0
		0	0		1	0	1	0	0	1	1
	0	0			1	1	0	0	1	0	1
						0	1	1	0	1	0
0	0		1			0	0	1	1	0	1
	1			0	0	1	1	0	1	0	0

Figura 1. Exemplo de jogo Sudoku Binário 6x6 nível fácil

4. Aplicação em sala de aula e resultados

Os jogos foram utilizados em três colégios diferentes na cidade de Maringá-PR, sendo que em todas as turmas participantes eram alunos do ensino médio técnico em desenvolvimento de sistemas.

Ao todo 144 alunos participaram das atividades, com média de 48 em cada colégio. Em todos os colégios, a atividade ocorreu com a presença do professor de informática, acompanhado da coordenadora pedagógica e/ou diretor(a) do colégio.

Em média a duração das atividades nos colégios foi de 4 horas e 30 minutos, envolvendo também a apresentação de conceitos básicos de números binários, de computação e os jogos em si.

“Visando avaliar a atividade proposta, quatro questionários foram elaborados, um envolvendo questões sobre ensino e o uso de computadores no processo de ensino-aprendizagem, um segundo avaliando o uso de jogos pelos alunos, um terceiro avaliando as *soft skills* e por fim um avaliando a atividade com o Sudoku Binário em si.

Com relação a avaliação associada ao ensino, em média 64% dos alunos indicaram que gostam de ir para a escola e 62% que gostam de estudar. Sobre o uso do computador em sala, 78% dos alunos indicaram que já tiveram aula de informática e 92% responderam que tem aula no computador em seus colégios.

Entre os alunos participantes, 70% tem computadores em suas casas e 64% utilizam o computador para estudar. Uma ampla maioria de 92% dos alunos está de acordo com a premissa de que a busca por conhecimento por meio dos estudos é essencial para a construção de um futuro mais promissor.

Já as questões associadas ao uso de jogos no dia a dia, as questões e suas respectivas médias podem ser vistas na Tabela 1.

Pode-se perceber pelos dados da Tabela 1 que a maioria dos alunos utilizam principalmente o celular para jogar e com poucos utilizando videogames e computador. Com relação a jogos de tabuleiros cartas, 70% dizem que jogam, aproximadamente o mesmo valor dos que praticam esportes.

Questão	Média
Eu costumo jogar no computador?	3,1
Eu costumo jogar no celular?	4,0
Eu costumo jogar em um videogame?	2,9
Eu costumo jogar jogos físicos (tabuleiro, cartas)?	3,4
Eu costumo praticar esportes (futebol, vôlei, outros)?	3,5
Eu costumo jogar jogos educativos?	2,7
Eu costumo me entreter/divertir em esportes/brincadeiras em grupo?	3,8
Eu costumo me entreter/divertir em esportes/brincadeiras individuais?	3,6

Tabela 1. Média das respostas sobre jogos dos alunos

Os alunos demonstram preferência por atividades em grupo, tanto esportivas quanto recreativas, em detrimento das atividades individuais. Percebe-se também que apenas 54% dos alunos costumam jogar jogos educativos.

Com relação as *soft skills*, a ideia das questões é avaliar de forma simples algumas características tais como: habilidade de comunicação dos alunos, disposição para trabalho em equipe, gerenciamento de tempo entre outros.

As médias relacionadas as questões das soft skills podem ser vistas na Tabela 2 abaixo.

Questão	Média
Consigo falar claramente com as pessoas e fazer com que elas me entendam?	3,6
Sei ouvir e entender o que as outras pessoas estão pensando e sentindo?	3,9
Gosto de trabalhar em equipe e ajudar os outros?	4,0
Sei como me organizar e fazer as coisas no tempo certo?	3,6
Sou flexível e estou disposto a experimentar coisas novas?	4,0
Quando tenho um problema, eu uso a minha criatividade para resolver?	3,6
Penso muito bem antes de tomar decisões importantes?	3,9
Quando as coisas ficam difíceis, eu consigo resolver os problemas?	3,5
Posso inspirar e motivar os outros a trabalharem juntos para alcançar um objetivo?	3,8
Sei como falar com as pessoas para ajudá-las a melhorar, e gosto de ouvir o que elas têm a dizer?	4,0

Tabela 2. Média das respostas associadas as *soft skills* dos alunos

Por fim, a avaliação do uso do Sudoku Binário em sala de aula foi baseada nos modelos MEEGA+ [Petri et al. 2019], no modelo de Campano Junior et al. (2020) e no IAQJEd [Coutinho and Alves 2016], adaptando e avaliando alguns pontos específicos do jogo em questão.

A diversão foi um dos tópicos avaliados por meio de duas questões: “Eu me diverti com o Sudoku Binário?” e “Aconteceu alguma situação durante o jogo que me fez sorrir?”. Entre os 144 alunos, a média das respostas destas questões foi de 4,65 indicando que o jogo, por mais simplista que seja, consegue divertir e entreter os alunos.

Entre as questões associadas ao desafio que o jogo propõe temos: “O jogo me proporcionou um desafio lógico e me instigou a resolvê-lo?” e “Eu me senti desafiado pelo Sudoku Binário”. A média entre estas questões foi de 4,35 indicando que o jogo propõem um desafio lógico aos jogadores, ao mesmo tempo que diverte.

Em relação à usabilidade do jogo e a facilidade de aprender o jogo, a média das respostas foi de 4,0 indicando que o jogo é fácil de jogar e pode ser aprendido com facilidade e as questões utilizadas na avaliação deste quesito foram:

- eu precisei de poucas coisas para começar a jogar?
- aprender a jogar foi fácil para mim?
- eu acho que a maioria das pessoas aprenderia facilmente o jogo?

No nível de dificuldade fácil, 88% dos alunos indicaram que finalizaram o jogo, enquanto que nos níveis difícil e muito difícil a taxa ficou em 76% e 64% respectivamente.

A média destas questões indicam que o jogo aumenta sua dificuldade, necessitando de mais atenção e raciocínio lógico ao resolver níveis mais complicados, no entanto, o nível fácil pode ser resolvido de forma simples e lógica.

Com relação ao conteúdo associado aos jogos de números binários, a avaliação da aprendizagem percebida utilizou-se de três questões, entre elas: “Eu me senti motivado a estudar novos conceitos com o Sudoku Binário?”, “Eu consegui aprender com o Sudoku Binário?” e “Eu consegui entender conceitos básicos da computação com o Sudoku Binário?”.

Para estas três questões, a média das respostas dos alunos ficou em 4,1 ressaltando que mesmo um jogo simples com o sistema binário pode ajudar a compreender conceitos associados à Computação.

Por fim, uma questão adicional avaliava se os alunos gostaram do Sudoku Binário, sendo que a média para esta questão ficou em 4,6 pontos, evidenciando que o desafio lógico, os níveis de dificuldade e os conceitos envolvidos em um jogo simples podem motivar e engajar alunos a estudarem por meio de jogos.

Com base na resposta acima, podemos perceber que os alunos gostam e se divertem com jogos educativos, no entanto poucos alunos costumam jogar este tipo de jogo (54%), assim a utilização de mais jogos deste tipo pode beneficiar o aprendizado em sala de aula.

5. Conclusão

O Sudoku Binário é uma variante do Sudoku tradicional, na qual o preenchimento de um tabuleiro é feito somente com os números binários. Este trabalho apresentou os resultados da aplicação de atividades lúdicas com o jogo com alunos do ensino médio técnico em desenvolvimento de sistemas.

Conforme resultados indicam, o jogo propôs um desafio lógicos aos alunos, instigando-os a solucionar e resolver o jogo nos diversos níveis de dificuldade.

Trabalhos futuros envolvem a aplicação do jogo em um maior número de escolas, além de utilizar tabuleiros de tamanhos maiores como 10x10, 12x12 e 14x14. Versões alternativas do Sudoku também podem ser utilizadas como um Sudoku em Hexadecimal, com os números de 0 a 9 e caracteres de A a F.

O uso de jogos educativos em sala de aula motiva, engaja e diverte os alunos, ao mesmo tempo que pode transmitir um conhecimento de forma lúdica. Este tipo de jogo consegue prender atenção dos alunos, desenvolvendo características como organização, planejamento, controle de tempo e raciocínio lógico.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Bolsista do CNPq - Brasil (311685/2017-0) e da Fundação Araucária (17.633.124-0).

Referências

- Bailey, R., Cameron, P. J., and Connelly, R. (2008). Sudoku, gerechte designs, resolutions, affine space, spreads, reguli, and hamming codes. *The American Mathematical Monthly*, 115(5):383–404.
- Coutinho, I. d. J. and Alves, L. (2016). Instrumento de avaliação da qualidade de jogos digitais com finalidade educativa (iaqjed). In *Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação*, pages 1–16.
- De Biasi, M. (2012). Binary puzzle is np-complete. <http://www.nearly42.org/vdisk/cstheory/binaryp.pdf>. Acessado em junho 2023.
- Delahaye, J.-P. (2006). The science behind sudoku. *Scientific American*, 294(6):80–87.
- Felgenhauer, B. and Jarvis, F. (2006). Mathematics of sudoku i. *Mathematical Spectrum*, 39(1):15–22.
- Lina, T. N. and Rumetna, M. S. (2021). Comparison analysis of breadth first search and depth limited search algorithms in sudoku game. *Bulletin of Computer Science and Electrical Engineering*, 2(2):74–83.
- Lynce, I. and Ouaknine, J. (2006). Sudoku as a sat problem. In *AI&M*.
- Petri, G., Calderón, A., von Wangenheim, C. G., Borgatto, A. F., and Ruiz, M. (2018). Benefícios dos jogos não-digitais no ensino de computação. In *Anais do XXVI Workshop sobre Educação em Computação*. SBC.
- Petri, G., Gresse von Wangenheim, C., and Borgatto, A. F. (2019). Meega+: Um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(3).
- Russell, E. and Jarvis, F. (2006). Mathematics of sudoku ii. *Mathematical Spectrum*, 39(2):54–58.
- Simonis, H. (2005). Sudoku as a constraint problem. In *CP Workshop on modeling and reformulating Constraint Satisfaction Problems*, volume 12, pages 13–27. Citeseer.
- Utomo, P. (2017). On the rate of the binary puzzle. In *3rd International Conference on Graph Theory and Information Security*.
- Utomo, P. H. and Makarim, R. H. (2017). Solving a binary puzzle. *Mathematics in Computer Science*, 11(3-4):515–526.