

Tabuleiro eletrônico para ensino de matemática utilizando o jogo Contig 60[®]

Adalberto Mendes¹

Wilian Soares Lacerda²

Rosana Maria Mendes³

RESUMO

Sendo considerado um tipo de sistema computacional, os chamados sistemas embarcados têm como principais características seu baixo custo de produção e a grande facilidade na sua utilização, mesmo sem grandes conhecimentos computacionais. Neste contexto, e aliando a utilização de jogos eletrônicos no processo ensino aprendizagem da Matemática, este trabalho teve por objetivo desenvolver um tabuleiro eletrônico utilizando um sistema embarcado para o jogo Contig 60[®]. Para tanto, foi considerado as regras do jogo e realizado estudos sobre suas potencialidades em sala de aula. O principal resultado foi um protótipo que pode ser usado como ferramenta no auxílio ao professor no ensino de matemática.

Palavras-chave: Contig 60[®]. Educação matemática. Jogos educacionais.

1. Introdução

A inserção de computadores nas empresas como ferramenta de trabalho criou uma grande demanda na indústria de hardware e software. Porém, o impulso transformador em toda sociedade aconteceu quando os jogos encontraram no ambiente computacional um espaço propício ao alcance de jovens e adolescentes. Segundo Aarseth (2001), o potencial da cultura de jogos de computador no futuro é imensurável.

Considerando os avanços tecnológicos, é preciso citar os equipamentos eletrônicos denominados de sistemas embarcados. Estes são aparelhos que possuem internamente um ou mais microcontroladores que processam um programa (firmware) cujo objetivo é resolver um determinado problema dentro de um domínio (Ottley, 2007). Essa definição pode indicar algumas vantagens de sistemas embarcados sobre sistemas computacionais de uso geral

¹ Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Lavras-Técnico em Laboratório/Redes-Departamento de Ciência da Computação -Universidade Federal de Lavras

² Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais -Professor Associado IV- Departamento de Ciência da Computação- Universidade Federal de Lavras

³ Doutorado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho -Rio Claro-Professor Adjunta II- Departamento de Ciências Exatas- Universidade Federal de Lavras

(Desktops e Tablets). Uma delas é que sendo o projeto específico para solucionar um determinado problema dentro de um domínio, é possível incorporar características do ambiente ao qual o sistema irá funcionar sem necessidade de generalização.

Outra característica importante é que equipamentos que utilizam sistemas embarcados não exigem que o usuário tenha grandes conhecimentos em computação, mas apenas do domínio do problema onde o sistema está inserido. Por exemplo, um forno de micro-ondas digital tem um microcontrolador em seu sistema embarcado que gerencia todo o funcionamento do equipamento. Quem usa tal equipamento somente precisa saber cozinhar, não havendo necessidade de nenhum conhecimento computacional. Essa característica aliada ao preço reduzido do microcontrolador (na faixa de U\$5,00) resultam no fato de sistemas embarcados estarem presentes em 19% de todos os sistemas eletrônicos vendidos no mundo (Morales et al., 2013).

Pesquisas na área da educação discutem metodologias, potencialidades e dificuldades do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) ou sistemas computacionais na sala de aula. Vale citar Almeida e Valente (2012) que comentam sobre o impacto das TICs e o aproveitamento de suas potencialidades na área da educação. Autores como Staa (2009), Mendes e Grando (2008) e Salgado (2010) demonstraram que os recursos tecnológicos para as escolas, além de financeiramente custosos, costumam ficar confinados em laboratórios, sendo utilizados apenas em horários e dias específicos por pessoas treinadas. Vale também citar os trabalhos de Almeida (2003), Miskulin (2011), Miskulin et al. (2007) neste contexto.

Outro tema de grande relevância e bastante estudado é a utilização de jogos, principalmente os jogos eletrônicos, em sala de aula como ferramenta de apoio ao professor no processo ensino aprendizagem. Vários teóricos ponderaram sobre a relação entre o jogo, a criança e a educação tais como Brougère (2002), Marco et al. (2013), Grando (2014), Mendes (2006).

Jogos eletrônicos fazem parte da cultura lúdica de jovens e adolescentes. A “cultura lúdica é um conjunto de regras e significações próprias do jogo que o jogador adquire e domina no contexto de seu jogo” (Mendes e Grando, 2008). Assim, pode-se ponderar sobre quais as tecnologias onde estes jogos podem ser utilizados, como os computadores, tablets, celulares, vídeo games e equipamentos com sistemas embarcados.

Considerando esses fatos, foi escolhido como objeto de estudo a criação de um tabuleiro eletrônico para implementação do jogo Contig 60[®] em um sistema embarcado. Este equipamento pode ser utilizado por um professor de Matemática para ensino das operações

básicas (soma, subtração, multiplicação e divisão) para alunos do nível fundamental, como aponta Grandó (2000). Além disto, o equipamento traz uma série de vantagens em relação ao jogo tradicional que utiliza tabuleiro de papel como será mostrado adiante.

2. Embasamento Teórico

Um equipamento do tipo sistema embarcado foi definido de várias maneiras nos últimos anos, sendo uma das mais antigas como “um sistema computacional que faz parte de um sistema maior e implementa alguns dos requerimentos deste sistema” (IEEE, 1990). A definição foi complementada por Heath (2003) como “um sistema baseado em um microprocessador, que é projetado para controlar uma função ou uma gama de funções, e não para ser programado pelo usuário final como ocorre com os PCs”. Já Wilmshurst (2009) define sistema embarcado como “um sistema cuja principal função não é computacional, mas que seja controlado por um computador integrado com ele”.

O componente central de um Computador Pessoal (ou Desktop) de uso geral é o microprocessador, ou seja, um circuito integrado de grande complexidade com milhares de transistores em seu interior. Num equipamento como um sistema embarcado o microcontrolador é o componente principal, sendo muito mais simples e de poder computacional reduzido, mas consegue trazer encapsulado num único componente diversos periféricos como memória de dados e de programa, interfaces de entrada e saída, conversores analógicos digitais, geradores de frequência, e outros. Tais características tornam seu custo muito reduzido se comparado aos microprocessadores e também simplificam muito sua manipulação e programação.

Apesar dos esforços de autores em caracterizar os sistemas embarcados, ainda é difícil diferenciá-los de sistemas computacionais convencionais, como os computadores pessoais. Dessa forma, Berger (2002) prefere descrevê-los frisando as características que os diferenciam, como por exemplo:

- São dedicados a tarefas específicas: Se refere ao poder computacional que há em um sistema embarcado quando comparado a um computador pessoal que deve ter grande variedade de aplicativos, com grande poder computacional e que executa diversas funções simultaneamente. Em um sistema embarcado executa-se apenas uma ou poucas funções específicas.
- Variedade de microcontroladores disponíveis: Mais de 40 empresas disputam o mercado de microcontroladores sendo que a Microchip, uma das líderes deste segmento, fabrica

sozinha (Zurita, 2011) mais de 500 diferentes tipos de microcontroladores para diversos fins, alguns ao custo de menos de U\$ 1,00.

- Consumo reduzido de energia: Considerando seu limitado poder computacional e o número mínimo de componentes, grande parte dos sistemas embarcados funcionam com pouca energia, sendo suficiente para alimentá-los apenas algumas baterias.
- Custo reduzido: A grande diferença entre microprocessadores e microcontroladores é o fato de, no microcontrolador, os periféricos serem embutidos em um único chip (tecnologia chamada de System on Chip ou SoC). Esta característica permite aos sistemas embarcados o uso muito reduzido de componentes discretos, se comparado aos desktops.
- Recursos computacionais limitados: Atualmente os microprocessadores e computadores desktops dispõe de grande poder computacional com múltiplos núcleos, frequência de clock acima dos 2GHz e discos rígidos com capacidade na casa dos Tera Bytes. Essa realidade não é presente nos microcontroladores onde a maioria tem que se adaptar ao máximo de 500 bytes de memória e sem acesso a um disco rígido.
- Facilidade no uso: A utilização de sistemas embarcados deve ser simples o bastante para que o usuário não necessite de nenhum conhecimento prévio de computação, mas apenas conhecimento do problema a qual o sistema embarcado se propõe a resolver ou automatizar.

Essas características podem ser importantes para se pensar a utilização de sistemas embarcados na Educação, como por exemplo, na construção de tabuleiros de jogos. Nesse trabalho, é apresentado o tabuleiro do jogo Contig 60[®]. Criado pelo matemático John C. Del Regato, do Pentathlon Institute (2018), esse foi desenvolvido para o programa Mathematics Pentathlon, que visa a aplicação de jogos interativos para o desenvolvimento de habilidades em resolução de problemas. Considerado um jogo de cálculo mental, o professor Del Regato levou algum tempo para conseguir idealizar a disposição dos números no tabuleiro de forma a cumprir seus objetivos pedagógicos, como é mostrado na Figura 1. No trabalho de Grandó (2004) é descrito a aplicação do jogo Contig 60[®] como uma ferramenta de grande potencial para o processo ensino aprendizagem da matemática.

Figura 1 - Tabuleiro convencional do jogo Contig 60[®].



Fonte: Pentathlon Institute (2018)

O material do jogo é composto por um tabuleiro dividido em 64 casas numeradas, sendo que as casas periféricas são as de números menores e as centrais com números maiores. Cada um dos dois jogadores inicia o jogo com 25 fichas de cor diferente do seu adversário. Há três dados para que cada jogador, na sua vez de jogar, possa lançar e conseguir três valores aleatórios, que devem fazer parte de uma expressão numérica.

O objetivo do jogo é fazer o jogador elaborar uma expressão numérica, usando as quatro operações matemáticas básicas e os três números sorteados no lance dos dados, e cujo resultado seja igual a um dos valores das casas do tabuleiro. Quando consegue, o jogador deve colocar na casa uma ficha da cor que o representa. Por exemplo, supondo que seja a vez do jogador A lançar os dados e os resultados são: 5, 3 e 6. Com esses valores, o jogador A constrói a expressão $6 + (5 \times 3)$. Como o resultado da expressão é 21, o jogador A coloca sua ficha na casa do tabuleiro com o valor 21. A seguir, passa a vez para o jogador B que realiza a sua jogada. Para vencer o jogo, o jogador deve conquistar primeiro as cinco casas na vertical, horizontal ou diagonal.

Considerando esses aspectos e mais o fato dos números a serem operados envolver o fator sorte, isto torna o domínio do jogo Contig 60[®] muito promissor em ambientes educacionais para o ensino de conteúdos matemáticos (Silva e Silva, 2009) e no treino para resolução de problemas. Baseando-se em interpretações psicopedagógicas, Grando (2004) sintetizou os momentos de jogo que podem ser considerados relevantes para potencializar a utilização de jogos dentro da sala de aula e como instrumento de apoio ao ensino de matemática. Aqui faz-se uma breve descrição desses momentos:

- Familiarização com o material do jogo: é o primeiro contato com os materiais do jogo. Neste momento, é comum o aluno criar relações com jogos conhecidos.

- Reconhecimento das regras do jogo: o professor pode explicar as regras do jogo ao aluno, podendo apresentar as regras de forma escrita e explicitar os pontos importantes. Pode-se também realizar alguns jogos de testes, mostrando algumas possíveis estratégias.
- O jogo pelo jogo: neste momento o importante é garantir que o aluno reconheça as regras do jogo. O professor pode também explorar os conceitos matemáticos do jogo.
- Intervenção pedagógica verbal: depois que o aluno conhece bem as regras do jogo, é o momento de pensar nas estratégias que poderão ajudá-lo a ganhar o jogo (previsão de jogadas, melhores e piores jogadas, etc.). O professor pode se ater aos procedimentos criados pelo aluno na solução do problema e buscar relacioná-los a conceitos matemáticos.
- Registro do jogo: a importância de registrar cada lance do jogo está no fato de conseguir melhorar sua competência como jogador. Para o professor que usa jogos para ensinar conceitos matemáticos, a importância dos registros está na possibilidade de identificar se os objetivos didáticos foram alcançados.
- Intervenção pedagógica escrita: aqui são tratados problemas específicos do jogo. O professor pode criar situações de jogo onde os alunos irão treinar suas estratégias e, paralelamente a isso, o professor pode tratar as falhas de conceitos que foram identificadas no momento anterior.
- Jogar com competência: neste momento, o aluno pode colocar em prática todos os conhecimentos adquiridos durante os outros momentos, para tentar vencer o adversário.

3. Metodologia

A primeira fase do projeto do sistema embarcado é a identificação do domínio do problema no qual o sistema embarcado tem como propósito encontrar uma solução de melhoria ou automatização. A escolha do ambiente educacional para propor um sistema embarcado se dá ao fato de serem encontrados muitos estudos sobre a utilização de jogos em sala de aula e especificamente, a utilização do jogo Contig 60[®] como ferramenta para ensinar determinados conceitos matemáticos nos primeiros anos do ensino fundamental.

A próxima fase do projeto do sistema embarcado, a dimensão comportamental, é a confecção de um documento de requisitos (Wolf, 2012) quando é detalhado formalmente o maior número possível de casos de uso nos quais o sistema deve cumprir determinados objetivos. Assim, são analisadas as possibilidades da substituição da lista de material mínima do jogo pelo equipamento eletrônico. Dentre os requisitos necessários estão:

- Tabuleiro dividido em 64 casas numeradas: O tabuleiro deve ter tamanho adequado para que dois jogadores tenham visão clara dos números de cada casa do tabuleiro. Neste momento surge a opção da utilização de um tablet para a construção do jogo. Mas, de acordo com Grando (2004), o aproveitamento do lúdico no contexto educacional é potencializado pela interação entre os jogadores e quando a partida é formada por vários jogadores (time), aumentando ainda mais a necessidade de um tabuleiro personalizado e de tamanho adequado. A mesa digital ou a lousa digital, pelo seu tamanho, têm grande potencial para aplicações de jogos em sala de aula. Estudos como os de Alofs et al. (2012), Nakashima e Amaral (2012), e Wu e Balakrihnan (2003) remetem a este tema, explicitando as dificuldades referentes ao alto custo, o tamanho necessário para a aplicabilidade do sistema e os problemas com interatividade. Dessa forma, para este trabalho, o tablet foi considerado inadequado pois possui custo elevado, pequeno e de uso individual.
- As 25 fichas de uma cor e 25 de outra cor: a finalidade dessas fichas é marcar a casa do tabuleiro que o jogador consegue conquistar, ao formar uma expressão numérica que tenha seu resultado. Neste caso, cada casa deverá ter 2 LEDs com cores diferentes que represente cada jogador. Surge assim a necessidade de existir uma interface de teclas onde o jogador pode inserir a expressão numérica escolhida e, dessa forma, o sistema pode acender o LED do jogador na casa correspondente de acordo com o resultado da expressão numérica.
- Os 3 dados: Para poder apresentar ao jogador três valores aleatórios, que serão os operandos da expressão, houve a necessidade de embutir no equipamento um display do tipo LCD.

Essas considerações, que visam a interação dos jogadores com o sistema, trouxe a necessidade de consultas a profissionais de IHC (Interação Humano Computacional) para a definição do tamanho do tabuleiro, disposição do teclado e do display de LCD, definindo assim a Figura 2 como sendo a base do sistema.

Figura 2 – Disposição geral dos componentes do sistema para interação dos jogadores.

0	1	2	3	4	5	6	7
27	28	29	30	31	32	33	8
26	54	55	60	64	66	34	9
25	50	120	125	144	72	35	10
24	48	108	180	150	75	36	11
23	45	100	96	90	80	37	12
22	43	42	41	40	39	38	13
21	20	19	18	17	16	15	14

1	2	3
4	5	6
(0)
Dado		Prox

LCD		
-----	--	--

1	2	3
4	5	6
(0)
Dado		Prox

Fonte: do autor

Depois de considerar o material e a interface com o usuário, o próximo passo é especificar como o sistema irá coordenar a aplicação correta das regras do jogo. Assim:

- A primeira regra do jogo estabelece que cada jogador tem direito a uma jogada depois de lançar os dados. Isto justifica que o equipamento tenha dois conjuntos de teclas, um para cada jogador, sendo que a primeira atitude do jogador é pressionar o botão “Dado” do seu teclado, surgindo no display três números de 1 a 6, aleatoriamente, podendo ser repetidos. Com esses números o jogador define a expressão numérica cujo resultado deve ser igual a um dos números de qualquer uma das casas vazias do tabuleiro. Ele deve digitar em seu teclado essa expressão enquanto o sistema mostra sequencialmente cada tecla pressionada no display. Depois de concluída, o sistema confere se o resultado está correto e acende o LED da cor do jogador, na casa correspondente.
- A próxima regra refere-se a contagem de pontos que define um vencedor. Foi decidido que nesse primeiro protótipo não será implementada a contagem de pontos.
- As duas regras seguintes regulam se o jogador formou uma expressão válida ou se não conseguiu formar nenhuma expressão, isto é, que exista um resultado dentro do tabuleiro e que este esteja vazio. O sistema deve penalizar o jogador que digitou a expressão errada, deixando os mesmos números dos dados para o próximo jogador tentar fazer o lance. Independente se este consiga ou não colocar uma expressão válida no teclado, ele ainda tem seu lance de dados e o direito de fazer sua expressão com os números desse novo lance.

- Nesta última regra o sistema deve indicar, no display, se o jogo terminou e qual é o jogador vencedor, isto é, quando é alcançada uma sequência de cinco casas ocupadas, na vertical, na horizontal ou na diagonal, do mesmo jogador.

Com a interface e as regras do jogo definidas no projeto, é criado o ambiente para incorporar os momentos do jogo ao sistema, que potencializa o jogo como ferramenta do professor no ensino da matemática. São estes os momentos do jogo:

- Familiarização com o material do jogo: como primeiro contato com o jogo, os jogadores devem identificar os mesmos materiais presentes no jogo manipulativo.
- Reconhecimento das regras do jogo: ao explicar as regras do jogo, o professor pode pressionar algumas teclas que buscam no sistema alguns jogos gravados em memória.
- O jogo pelo jogo: neste momento o aluno começa a jogar, somente para assimilar as regras, acostumar com as teclas e as informações apresentadas pelo LCD.
- Intervenção pedagógica verbal: o professor pode usar jogos gravados para demonstrar algumas estratégias e quais são as melhores ou piores entre elas.
- Registro do jogo: o sistema pode gravar em algum dispositivo, seja num computador conectado pela porta USB ou num cartão SdCard, todos os lances do jogo.
- Intervenção pedagógica escrita: uma funcionalidade incorporada ao sistema é fazer com que o professor coloque um estado inicial do jogo, isto é, o professor pode acender os LEDs de qualquer casa antes de iniciar o jogo.
- Jogar com competência: neste momento, onde o aluno deve mostrar certo nível de competência, o jogador pode jogar partidas com um jogador autônomo (Inteligência Artificial) incorporado ao sistema. Nesse momento é importante observar que o objetivo do jogo é pedagógico e o jogador autônomo não deve ser implementado de forma a ser invencível.

A base para a construção do jogador autônomo é o algoritmo Minimax (Russel e Norvig, 2003), considerado um método adequado em situações nas quais existem problemas de busca competitiva, isto é, quando um agente tenta planejar suas ações considerando as ações de outro agente, que seja seu oponente. Jogos de tabuleiro, como o Contig 60[®], apresentam esse cenário e possibilitam o uso deste algoritmo. Outra vantagem deste algoritmo é a possibilidade de limitar o espaço de busca, o que viabiliza a implementação, mesmo com poucos recursos de processamento e memória.

4. Resultados Obtidos

O principal resultado deste trabalho foi o desenvolvimento do protótipo mostrado na Figura 3, um sistema embarcado para o jogo Contig 60[®] cujo objetivo é ser utilizado em sala de aula como ferramenta no apoio ao ensino de matemática.

Figura 3 – Protótipo do tabuleiro eletrônico desenvolvido.

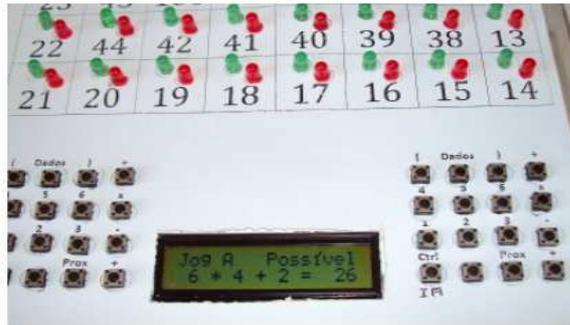


Fonte: do autor

Para os testes finais foram realizadas diversas partidas completas e gravando no dispositivo SdCard cada lance. Foi observado se todos os requisitos do projeto, respeitando os momentos do jogo, estão sendo cumpridos. É importante citar que o protótipo será levado em sala de aula futuramente para ser testado por professores e alunos e realizar novas pesquisas e possíveis melhorias do sistema.

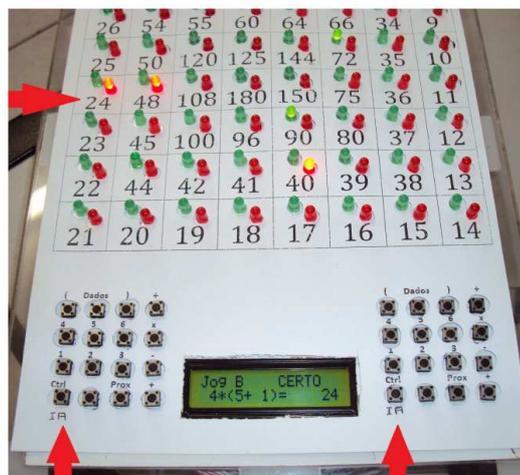
A Figura 4 apresenta um momento da partida na qual o jogador fez um lance válido. Na Figura 5 é possível ver um lance do jogo cujo valor do resultado não existe no tabuleiro, logo é um lance inválido. A Figura 6 mostra um lance feito com o jogador autônomo, após ser pressionado a tecla “IA” (setas vermelhas abaixo na figura). Na Figura 7 pode ser visto um arquivo em texto com os lances parciais de uma partida, requisito importante do sistema, cujo objetivo é facilitar a posterior análise dos lances pelos jogadores ou professores.

Figura 4 – Jogada com resultado certo.



Fonte: do autor

Figura 6 – Jogador Autônomo.



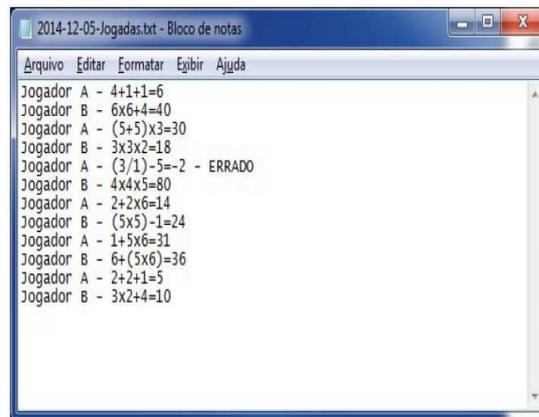
Fonte: do autor

Figura 5 – Jogada inválida.



Fonte: do autor

Figura 7 – Registro dos lances do jogo.



Fonte: do autor

5. Conclusões

O tabuleiro eletrônico desenvolvido atendeu as perspectivas de projeto durante os testes e pode ser utilizado na área da Educação Matemática. Além disto, pode ser aplicado em pesquisas sobre as potencialidades do sistema embarcado como ferramenta em sala de aula e, dessa forma, fazer um levantamento formal das vantagens e desvantagens em relação ao jogo manipulativo convencional. Estes são os próximos passos do projeto.

Outro ponto importante desse projeto são as possibilidades de continuidade: a inclusão de alguma tecnologia assistiva, como alterar o tabuleiro de LEDs por um painel em Braille; acrescentar um módulo de rede, que interaja via rádio com um servidor de banco de dados; incorporar mais memória ao sistema e, dessa forma, possibilitar a implementação de novos jogos utilizados no ensino de matemática como damas ou gamão.

6. Referências Bibliográficas

AARSETH, E. Computer game studies, year one. *Game Studies*, vol. 1, n. 1, pp. 1-15, 2001.

ALOF, T., THEUNE, M. e SWARTJES, I. A tabletop board game interface for multi-user interaction with a storytelling system. *Intelligent technologies for interactive entertainment*, Springer, 2012.

- ALMEIDA, M. E. B. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, vol. 29, n. 2, p. 327-340, jul./dez. 2003.
- ALMEIDA, M. E. B. e VALENTE, J. A. Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. *Currículo sem Fronteiras*, vol. 12, n. 3, p. 57-82, 2012.
- BERGER, A. S. *Embedded systems design: An introduction to processes, tools and techniques*. Kansas: CMP Books, 2002.
- BROUGÉRE, G. *A criança e a cultura lúdica. O brincar e suas teorias*. São Paulo: Thomson Learning, 2002, p. 19-32.
- GRANDO, R. C. *O jogo e a matemática no contexto da sala de aula*. São Paulo: Paulus, 2004.
- HEATH, S. *Embedded System Design*. Elsevier, 2003.
- IEEE. *Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. Standards Coordinating Committee of the IEEE Computer Society, p. 30, 1990.
- MENDES, R. M. *As potencialidades pedagógicas do jogo computacional Simcity 4*. Itatiba: Universidade São Francisco, 2006.
- MENDES, R. M. e GRANDO, R. C. O jogo computacional Simcity 4 e suas potencialidades pedagógicas para as aulas de matemática. *Zetetiké*, vol. 16, n. 29, pp. 118-154, 2008.
- MARCO, F. F. Marco, FREITAS, M. T. M. e TAVARES, M. O professor e a sua atuação à utilização de tecnologia de informação e comunicação na cidade de Uberlândia. *Matemática e Estatística em Foco*, Uberlândia, 2013, p. 1-11.
- MISKULIN, R. G. S., ESCHER, M. A. e SILVA, C. R. M. A Prática Docente do Professor de Matemática no Contexto das TICs: uma experiência com a utilização do MAPLE em Cálculo Diferencial. *Revista de Educação Matemática*, vol. 10, n. 11, p. 29-37, 2007.
- MISKULIN, G. S. A Prática do Professor que Ensina Matemática e a Colaboração: uma reflexão a partir de processos formativos virtuais. *Bolema - Mathematics Education Bulletin*, vol. 25, n. 41, p. 173-186, 2011.

- MORALES, M., RAU, S., PALMA, M. J., VENKATESAN, M., PULSKAMP, M. e DUGAR, A. Worldwide intelligent systems 2011–2015 forecast: the next big opportunity. Technical report, International Data Corporation - IDC. Disponível em: <<http://www.idc.com/research/viewtoc.jsp?containerId=230242>>. Acessado em 10/04/2013.
- NAKASHIMA, R. H. R. e AMARAL, S. F. Indicadores didático-pedagógicos da linguagem interativa da lousa digital. Cadernos de Educação, n. 37, p. 381–415, set./dez. 2012.
- OTTLEY, A. ECG compression for holter monitoring. Saskatchewan: University of Saskatchewan, 2007. 148p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica).
- PENTATHLON INSTITUTE. Mathematics Pentathlon. Disponível em: <<http://www.mathpentath.org/>>. Acesso em 01/03/2018.
- RUSSEL, S. e NORVIG, P. Inteligência Artificial: uma abordagem moderna. São Paulo: Editora Campus, 2003.
- SALGADO, M. U. C. Tecnologia na Educação. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, 2010.
- SILVA, G. C. M. e SILVA, M. J. F. O jogo Contig 60, as expressões numéricas e os registros de representação semiótica. Dossiê: relações entre pesquisa e prática docente, 2009, p. 61.
- STAA, B. Computadores móveis na escola: reação de pais, alunos e professores. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, vol. 1, n. 1, 2009.
- WILMSHURST, T. Designing embedded systems with PIC microcontroller: principles and applications. Elsevier Science, 2009.
- WOLF, M. Principles of embedded computing system design. Computers as components, Elsevier, 2012.
- WU, M. e BALAKRISHNAN, R. Multi-finger and whole hand gestural interaction techniques for multi-user tabletop displays. Annual Symposium on User Interface Software and Technology, New York, 2003.

ZURITA, M. Projeto de sistemas embarcados. Escolas de Sistemas Embarcados (ESSE PI),
Teresina, Universidade Federal do Piauí, 2011.

Recebido em abril 2018
Aprovado em junho 2018