

Tecnologias digitais aliadas ao ensino de Criptografia

Digital technologies combined with teaching Cryptography

Tecnologías digitales combinadas con la enseñanza de la criptografía

Eixo temático: MAT 1 - O papel e o uso de tecnologias digitais no ensino e na aprendizagem de Ciências e Matemática.

**VIEIRA DA SILVA, Marta¹; HENRIQUE RAMOS EVANGELISTA, Dilson²;
JOHANN EVANGELISTA, Cristiane³.**

¹marta.silva@unifesspa.edu.br, Instituto de Engenharia do Araguaia (IEA), Brasil

²dilson@unifesspa.edu.br, Instituto de Engenharia do Araguaia (IEA), Brasil

³cristiane.eva@unifesspa.edu.br, Instituto de Engenharia do Araguaia (IEA), Brasil

Resumo: Este trabalho teve como objetivo investigar as potencialidades do uso de ferramentas digitais no ensino de criptografia e matemática durante aplicação de uma Sequência Didática (SD). A implementação da SD foi realizada com acadêmicas de Matemática de uma universidade pública do Pará, sendo que a investigação foi desenvolvida numa perspectiva qualitativa. Os instrumentos de análise foram as gravações em vídeo da implementação da SD, a observação direta, questionário e respostas das atividades extras. A SD consistiu em criar aplicativos na plataforma do Mit App Inventor 2 para cálculos de matrizes e na codificação e decodificação de mensagens, tornando-a ininteligível. Além disso, foram apresentados problemas relacionados ao tema em formato de histórias em quadrinhos (HQs). A análise foi composta por planejamento, avaliação e reflexão da SD. A partir dos resultados, evidenciamos que o Mit App Inventor 2 e HQs foram ferramentas tecnológicas adequadas ao estudo de criptografia que despertaram o interesse e a curiosidade das acadêmicas, proporcionando saberes relevantes para sua futura prática docente, além de tornar a aula mais atrativa, dinâmica e participativa.

Palavras-chaves: criptografia; MitApp Inventor 2; História em Quadrinhos; tecnologias digitais; matrizes.

Abstract: *This work aimed to investigate the potential of using digital tools in teaching cryptography and mathematics during the application of a Didactic Sequence (SD). The implementation of DS was carried out with Mathematics students from a public university in Pará, and the investigation was carried out in a qualitative perspective. The analysis instruments were video recordings of the DS implementation, direct observation, questionnaire and responses to extra activities. SD consisted of creating applications on the Mit App Inventor 2 platform for matrix calculations and encoding and decoding messages, making it unintelligible. In addition, issues related to the topic were presented in the form of comic books (comics). The analysis consisted of planning, evaluation and reflection on DS. From the results, we show that the Mit App Inventor 2 and HQs were technological tools suitable for the study of Cryptography that aroused the interest and curiosity of academics, providing relevant knowledge for their future teaching practice, in addition to making the class more attractive, dynamic and participatory.*

Keywords: *cryptography; Mit App Inventor 2; Comic; digital technologies; matrices.*

Resumen: *Este trabajo tuvo como objetivo investigar el potencial del uso de herramientas digitales en la enseñanza de la criptografía y las matemáticas durante la aplicación de una Secuencia Didáctica (SD). La implementación de DS se llevó a cabo con estudiantes de*

Matemáticas de una universidad pública de Pará, y la investigación se llevó a cabo en una perspectiva cualitativa. Los instrumentos de análisis fueron grabaciones en video de la implementación de DS, observación directa, cuestionario y respuestas a actividades extra. SD consistió en crear aplicaciones en la plataforma Mit App Inventor 2 para cálculos matriciales y codificar y decodificar mensajes, haciéndolo ininteligible. Además, se presentaron cuestiones relacionadas con el tema en forma de cómics (comics). El análisis consistió en planificación, evaluación y reflexión sobre el SD. A partir de los resultados, mostramos que Mit App Inventor 2 y HQs fueron herramientas tecnológicas adecuadas para el estudio de la Criptografía que despertaron el interés y la curiosidad de los académicos, aportando conocimientos relevantes para su futura práctica docente, además de hacer más atractiva la clase. dinámico y participativo.

Palabras clave: criptografía; Mit App Inventor 2; Cómic; tecnologías digitales; matrices.

1 Introdução

Com os avanços da tecnologia fica cada vez mais difícil proteger informações pessoais contra fontes desconhecidas. Nesse contexto, a criptografia surge como uma forte ferramenta nas trocas de mensagens entre o remetente e o destinatário.

A Criptografia é uma prática ou técnica muito utilizada há milhares de anos atrás, devido a sua funcionalidade de ocultar dados importantes entre dois ou mais membros, evitando interceptações entre fontes não autorizadas. Antigamente a técnica da criptografia era usada para cifrar e decifrar mensagens, confundindo os inimigos e garantindo o sigilo nas trocas de informações e atualmente “é de fundamental importância para proteger as informações na *web*, seja de natureza pessoal, militar ou política” (PEREIRA, 2015, p.15), além de ser usada para criar senhas de bancos, e-mail e até em transações bancárias.

A justificativa em realizar a pesquisa perpassa pelo interesse em investigar a utilização das tecnologias digitais como recurso pedagógico para potencializar o ensino e aprendizagem da matemática, bem como o interesse de suscitar nos alunos o gosto pelo aprendizado, pela vontade de mediar o desenvolvimento da prática pedagógica, pois segundo Pinto e Felcher (2016) o acompanhamento e ações do professor são fundamentais para que os objetivos traçados sejam atingidos. Com isso, optamos por utilizar uma metodologia de pesquisa qualitativa, por ser um conteúdo ainda pouco investigado por pesquisadores e com bastante potencial para ser explorado em sala de aula.

Este trabalho é um recorte de um Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Matemática e tem como objetivo principal investigar as potencialidades do uso de tecnologias digitais, como o Mit App Inventor 2 e Histórias em Quadrinhos Digitais (HQDs) no ensino de matemática e as aplicabilidades do estudo de Criptografia, no conteúdo de matrizes por meio da aplicação de uma sequência didática com acadêmicos de Licenciatura em Matemática.

Diante dos avanços tecnológicos e a necessidade de manter informações em sigilo, aplicamos uma sequência didática, em que utilizamos o Mit App Inventor 2 na criação de aplicativos para codificar e decodificar mensagens e na realização de operações com matrizes. Nesta perspectiva, Oliveira e Kripka (2011) argumentam que atividades de criptografia diminuem a ocorrência de aulas mecânicas, pois o docente consegue evidenciar, por meio de atividades experimentais, a aplicação de conceitos estudados em sala de aula, como matrizes, a partir de eventos ocorridos na atualidade.

Além disso, apresentamos situações problemas sobre o tema em forma de História em Quadrinhos (HQs) para que os acadêmicos sejam motivados a aprender de forma divertida e

dinâmica. O desenvolvimento ocorreu de forma remota pela plataforma *Google Meet*, devido o distanciamento social, provocado pela Covid-19. Apesar disso, percebemos que os acadêmicos tiveram um alto grau de satisfação na realização das atividades, pois adquiriram saberes relevantes e necessários para o dia a dia deles e habilidades para incorporar tecnologias digitais em sua futura atuação docente.

Este trabalho está estruturado da seguinte maneira: uma introdução para apresentar o contexto da pesquisa; um referencial teórico que aborda os principais conceitos sobre criptografia e HQs abordados no trabalho; uma metodologia que indica o caminho da pesquisa; os resultados e discussões associados a investigação e as considerações finais, contendo as conclusões referentes ao objetivo proposto.

2 Referencial teórico

Conforme Zabala (1998), “As sequências didáticas são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18). A sequência didática precisa ser cuidadosamente planejada com conteúdos relevantes que desejam ser ensinados, a exemplo de matrizes e criptografia.

O tema matrizes vem sendo uma ferramenta importante e necessária não só em sala de aula, mas também na resolução de problemas que envolvem sistemas de equações lineares. Esse conteúdo é utilizado como um instrumento matemático na Economia, Engenharia, Física e Informática. É de grande utilidade quando trabalhamos com planilhas eletrônicas ou dados dispostos em tabelas. A aplicação de matrizes está diretamente ligada à nossa realidade, em diversos momentos do cotidiano.

Em algumas situações, as matrizes vem sendo apresentadas de forma descontextualizada na educação básica, sem vínculo com a realidade do aluno. Por ser um conteúdo bastante complexo, por vezes, o professor acaba resumido o máximo que consegue para que não extrapole o tempo determinado nas programações de cada conteúdo no decorrer do ano letivo.

No que se refere aos conteúdos matemáticos, Miranda e Castelo (2016, p. 14) reforçam que durante a exposição dos conteúdos matemáticos na Educação Básica, “muitas das vezes os conteúdos da matemática são apresentados sem nenhuma aplicação”, utilizando predominantemente fórmulas e explicações orais expositivas o que torna a matemática um conteúdo de difícil compreensão para os estudantes. Como diversos conteúdos possuem uma aplicação que não são de fácil entendimento neste nível, a Matemática torna-se distante da realidade vivenciada pelos estudantes e desta forma, não demonstram interesse no seu aprendizado.

Na atual sociedade em que vivemos, as matrizes exercem um papel muito importante na criptografia, pois com ela podemos tornar uma mensagem de fácil compreensão em uma ininteligível.

Definimos criptografia como exposto por Celestino (2017, p. 21), como sendo “a ciência de escrever em códigos ou em cifras. Ela fornece técnicas que permitem a codificação ou decodificação dos dados; o objetivo da criptografia é permitir uma comunicação segura”. Com isso, Olgin e Groenwald (2011, p. 75), compreendem que:

A Criptografia é um exemplo de tema que pode ser abordado no Currículo do Ensino Médio, pois permite: desenvolver atividades didáticas utilizando padrões e regras de codificação e decodificação; trabalhar os conteúdos matemáticos, já desenvolvidos em sala de aula pelos professores, dentro de

um contexto que envolve segurança de dados; possibilita recontextualizar um conteúdo dentro de outro tema, produzindo novos significados e relações enriquecedoras (OLGIN; GROENWALD, 2011, p. 75).

O estudo de criptografia é considerado um tópico de grande valia no ensino de Matemática, em especial no conteúdo de matrizes, pois permite a interligação de conteúdos matemáticos, contribuindo para que os alunos desenvolvam o espírito criativo e explorador, além de estimular no desenvolvimento de habilidades e competências em situações problemas do dia a dia (LITOLDO, 2016).

Não se sabe exatamente quando e onde surgiu a criptografia, sabemos que já era utilizada há milhares de anos atrás pelos egípcios por volta de 1900 a.C quando o homem percebeu a importância de manter sigilo nas trocas de informações, desviando de pessoas desconhecidas e que não tinham autorização para ter acesso. As primeiras mensagens criptografadas consistiam na troca de simples caracteres de uma mensagem ou a troca das posições deles de modo que não era possível ler e entender sem organizar da forma correta. Desde então, a utilização dessa ferramenta tem marcado presença na rotina diárias das pessoas, mesmo que não saibam o seu contexto histórico.

A história da criptografia divide-se em dois períodos: *criptografia clássica* e *criptografia moderna*. A criptografia clássica foi utilizada pelos povos mais antigos até o surgimento das primeiras máquinas eletro-mecânicas, que foram utilizadas principalmente durante a Segunda Guerra Mundial. Já a criptografia moderna, desenvolveu-se durante a Segunda Guerra Mundial, quando era essencial manter informações secretas contra possíveis ataques de países adversários e, a partir daí, o alemão Arthur Scherbius em 1918 construiu a primeira máquina, chamada de “Enigma” para cifrar/decifrar códigos. Muito utilizada na época, essa máquina era composta de três elementos, sendo eles: um teclado para digitar a mensagem original, um misturador que permutava o alfabeto e uma tela para visualizar a mensagem codificada, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1- Máquina Enigma



Fonte: Wikipédia

O matemático Alan Turing (1912 – 1954), considerado o pai da computação moderna, foi convocado durante a Segunda Guerra Mundial para se unir a um grupo de estudiosos criado pelo governo britânico, com o objetivo de quebrar o Enigma (código que os alemães usavam para enviar mensagens aos submarinos). Embora muito inteligente e focado no seu trabalho, Turing não gostava de trabalhar em equipe, o que causava contradições e desavenças entre o grupo. Apesar disso, ele conseguiu comandar uma equipe altamente especializada e, com isso, desvendou o enigma, no qual os nazistas nunca acreditavam que seria possível de ser decifrado. A história de vida desse matemático contribuiu tanto para o avanço da tecnologia atual que foi produzido o filme que destaca sua atuação: “O jogo da imitação” de 2014, conforme Figura 2.

Figura 2 - Alan Turing e cenas do filme



Fonte: <https://epoca.globo.com>

Atualmente, a criptografia tem uma forte ligação com a tecnologia, pois as grandes empresas, instituições, bancos e entre outros, utilizam essa ferramenta para criar códigos ou senhas contra fonte não autorizadas. Para a educação, existem diversos recursos tecnológicos que podem ser utilizados em sala de aula para o estudo de criptografia, e podem ser alinhados com conteúdos matemáticos. Uma delas é a plataforma do Mit App Inventor 2, ferramenta de programação gratuita e online, podendo ser acessada em <https://appinventor.mit.edu/>. Como exposto por Barbosa (2016, p.28), o App Inventor “[...] é uma plataforma de desenvolvimento que permite pessoas com qualquer nível de experiência em programação criar programas (aplicações) para o sistema operacional Android”.

O Mit App Inventor 2 permite a criação de aplicativo para cálculo de matrizes, podendo ser testado em um celular, *tablet* ou computador. Para testar, a plataforma permite instalar um Emulador disponível em <https://appinventor.mit.edu/explore/ai2/setup-emulator.html> no computador para simular o ambiente Android, conforme ilustrado na figura 3.

Figura 3 - Aplicativo para cálculo de matrizes utilizando o Emulador



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Outra funcionalidade do Mit App Inventor 2 é que permite a criação de aplicativos para codificação e decodificação de mensagens, e caso não deseja testá-lo no Emulador, basta instalar o MIT AI2 Companion no celular disponível em https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.mit.appinventor.aicompanion3&hl=pt_BR&gl=US, como pode ser visualizada na figura 4.

Figura 4 -Aplicativo para codificar e decodificar mensagens utilizando o Celular



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Outra ferramenta digital que pode ser aliada no ensino de Matemática e criptografia é a utilização de História em Quadrinhos Digitais, pois como exposto por Tonon (2009, p. 80), as “HQ são uma boa ferramenta lúdica para fazer com que os conhecimentos matemáticos se tornem significativos para os alunos, pois [...] motivam os estudantes a participarem ativamente nas aulas, facilitando a compreensão dos conteúdos ministrados em sala”, uma vez que são carregados de informações de forma divertida e agradável de ler. Desta forma, corroboramos com Peripolli e Barin (2018, p.5) quando mencionam que:

Os quadrinhos podem ser concebidos como recursos educacionais que possibilitam potencializar o processo de ensino e aprendizagem de matemática, principalmente quando associadas à resolução de problemas, pois diante de situações apresentadas nos desenhos, os alunos expõem sua crítica, apresentam seus conhecimentos prévios, desenvolvem o pensamento lógico, interpretam as mensagens dos quadrinhos e ainda, permite que o aluno associe o conteúdo estudado com seu cotidiano (PERIPOLLI; BARIN, 2018, p. 5).

É importante que os futuros professores de matemática conheçam novas possibilidades de ensino com tecnologias digitais para que “apresentem a fluência tecnológica e pedagógica necessária para selecionar, planejar, implementar e inovar no processo educativo” (PERIPOLLI; BARIN, 2018, p. 3). Para isso é necessário que participem durante a formação inicial de atividades com tecnologias que permitam interligar conteúdos matemáticos com sua realidade, fortalecendo seus conhecimentos pedagógicos e proporcionando autonomia e mais segurança em desenvolver diferentes propostas didáticas em sala de aula.

3 Metodologia

Desenvolveu-se uma pesquisa de natureza qualitativa, para encontrar respostas ao nosso objetivo de investigar as contribuições do uso ferramentas digitais no ensino de criptografia e matemática durante aplicação de uma sequência didática (SD). A SD foi desenvolvida nos dias 29 e 30 de julho de 2021, no horário de 19:00 h às 21:00, no *Google Meet* com os acadêmicos de Matemática matriculados na disciplina de Informática no Ensino de Matemática de uma universidade pública do Pará.

Os instrumentos utilizados para a análise foram a observação, a gravação das aulas no *Google Meet*, aplicação de um questionário virtual e respostas das atividades extras realizadas pelos acadêmicos.

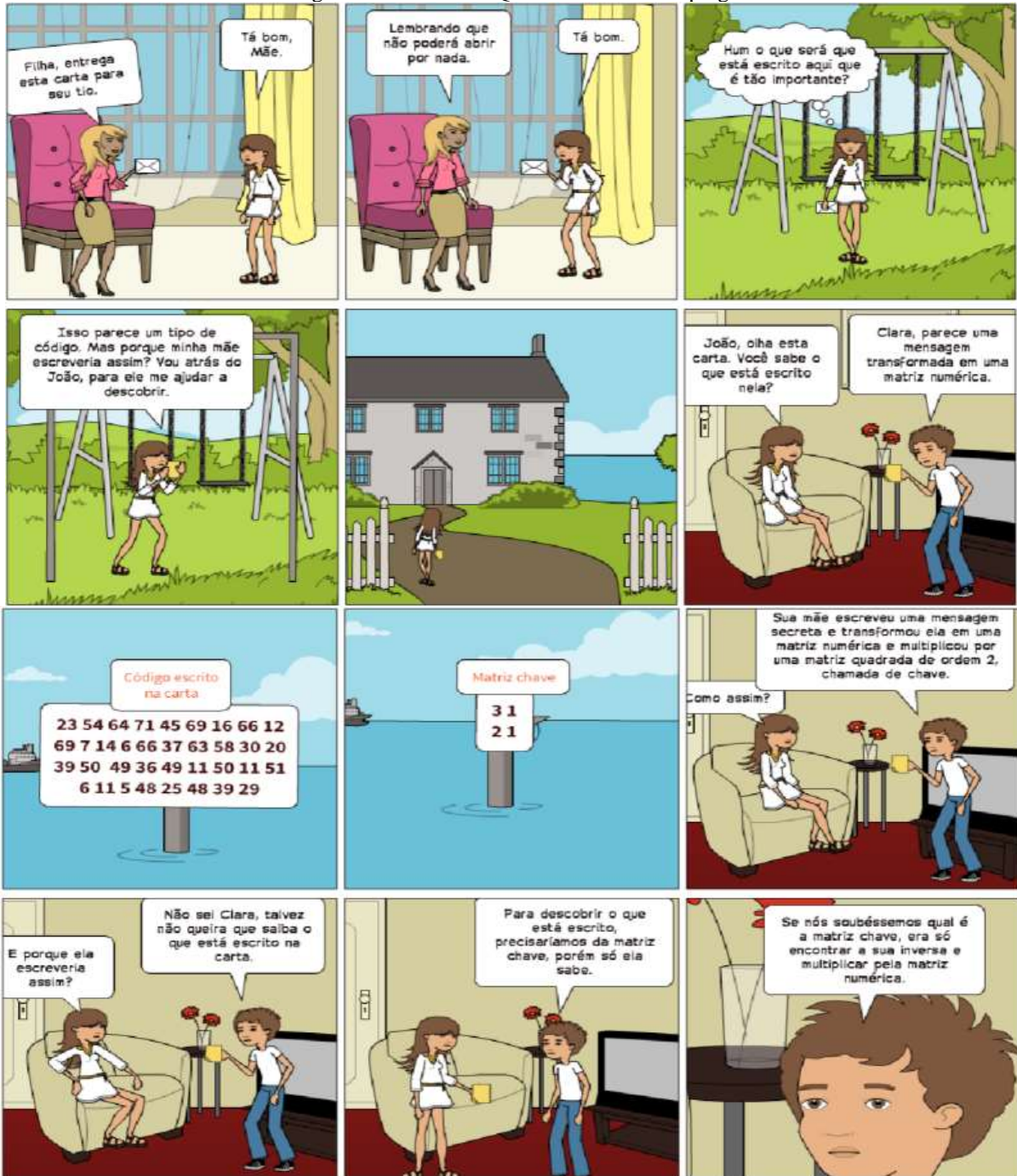
As etapas para a análise da SD foram o planejamento, a avaliação e a reflexão (ZABALA, 1998). Desta forma, desenvolvemos as atividades da SD, mediamos as discussões, avaliamos o aprendizado das participantes da pesquisa e refletimos sobre as potencialidades da SD.

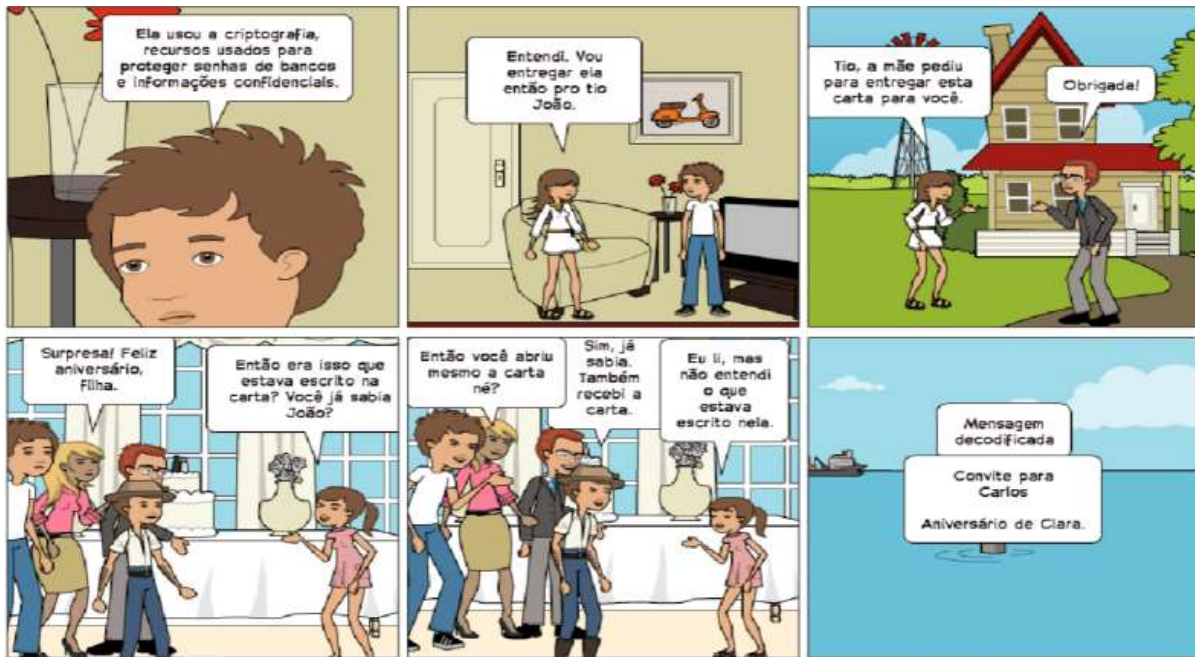
4 Resultados e discussões

Participaram da pesquisa todos os discentes matriculados na disciplina de Informática no Ensino de Matemática em uma universidade pública do Pará. Portanto, foram três alunas do curso de Matemática, com idade de 20, 22 e 29 anos. Elas nunca haviam utilizado o Mit App Inventor 2 e nem realizado atividades envolvendo criptografia com matrizes.

Inicialmente, explicou-se a intenção da pesquisa, em seguida, houve a explanação de tópicos interessantes sobre a história e uso da criptografia, debateu-se sobre a produção de uma história em quadrinhos construída no *Pixton* (ferramenta *on-line* que permite a criação HQs), com título “O mistério da carta” que aborda o tema estudado. A HQ pode ser visualizada na Figura 5.

Figura 5: História em Quadrinhos sobre Criptografia





Fonte: Elaborado pela autora em <https://www.pixton.com>, 2021

A atividade a seguir foi proposta para que as acadêmicas resolvessem no decorrer da aplicação da sequência didática.

Desafio: Com base em seus conhecimentos, decifre as seguintes mensagens em códigos, utilizando as matrizes A e B:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} -\frac{2}{5} & \frac{7}{5} \\ \frac{1}{5} & -\frac{1}{5} \end{pmatrix}$$

20 141 83 26 20 15 41 38 11 15 (1)

52 144 16 58 83 22 17 54 11 28 38 17 (2)

Possível resolução: Para decifrar os códigos acima, devemos colocar a sequência de números dispostos em uma matriz M de duas linhas, desta forma temos:

$$M = \begin{pmatrix} 20 & 141 & 83 & 26 & 20 \\ 15 & 41 & 38 & 11 & 15 \end{pmatrix} (1)$$

Agora vamos multiplicar a matriz B (inversa de A) pela matriz M.

$$B \cdot M = \begin{pmatrix} -\frac{2}{5} & \frac{7}{5} \\ \frac{1}{5} & -\frac{1}{5} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 20 & 141 & 83 & 26 & 20 \\ 15 & 41 & 38 & 11 & 15 \end{pmatrix}$$

$$B \cdot M = \begin{pmatrix} -\frac{40}{5} + \frac{105}{5} & -\frac{282}{5} + \frac{287}{5} & -\frac{166}{5} + \frac{266}{5} & -\frac{52}{5} + \frac{77}{5} & -\frac{40}{5} + \frac{105}{5} \\ \frac{20}{5} - \frac{15}{5} & \frac{141}{5} - \frac{41}{5} & \frac{83}{5} - \frac{38}{5} & \frac{26}{5} - \frac{11}{5} & \frac{20}{5} - \frac{15}{5} \end{pmatrix}$$

$$B \cdot M = \begin{pmatrix} \frac{65}{5} & \frac{5}{5} & \frac{100}{5} & \frac{25}{5} & \frac{65}{5} \\ \frac{5}{5} & \frac{100}{5} & \frac{45}{5} & \frac{15}{5} & \frac{5}{5} \end{pmatrix}$$

$$B \cdot M = \begin{pmatrix} 13 & 1 & 20 & 5 & 13 \\ 1 & 20 & 9 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

Logo a mensagem decodificada é 13 1 20 5 13 1 20 9 3 1.

Agora é só construir uma tabela, convertendo-a da forma alfabética para uma forma numérica. Então vamos utilizar a tabela abaixo:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

Por fim, vamos fazer a correspondência entre as letras e os números da mensagem codificada usando a tabela acima.

13	1	20	5	13	1	20	9	3	1
M	A	T	E	M	A	T	I	C	A

Assim, a mensagem secreta é **MATEMATICA**.

Devemos utilizar o mesmo método para descobrir a mensagem secreta (2). Ao final da explanação da possível resposta, são apresentadas as soluções das acadêmicas identificadas por: A, B e C.

Possível resposta:

Colocaremos a sequência de números dispostos em uma matriz M de duas linhas, desta forma temos:

$$M = \begin{pmatrix} 52 & 144 & 16 & 58 & 83 & 22 \\ 17 & 54 & 11 & 28 & 38 & 17 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Agora vamos multiplicar a matriz B (matriz decodificadora) pela matriz M.

$$B \cdot M = \begin{pmatrix} -\frac{2}{5} & \frac{7}{5} \\ \frac{1}{5} & -\frac{1}{5} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 52 & 144 & 16 & 58 & 83 & 22 \\ 17 & 54 & 11 & 28 & 38 & 17 \end{pmatrix}$$

$$B \cdot M = \begin{pmatrix} -\frac{104}{5} + \frac{119}{5} & -\frac{288}{5} + \frac{378}{5} & -\frac{32}{5} + \frac{77}{5} & -\frac{116}{5} + \frac{196}{5} & -\frac{166}{5} + \frac{266}{5} & -\frac{44}{5} + \frac{119}{5} \\ \frac{52}{5} - \frac{17}{5} & \frac{144}{5} - \frac{54}{5} & \frac{16}{5} - \frac{11}{5} & \frac{58}{5} - \frac{28}{5} & \frac{83}{5} - \frac{38}{5} & \frac{22}{5} - \frac{17}{5} \end{pmatrix}$$

$$B \cdot M = \begin{pmatrix} \frac{15}{5} & \frac{90}{5} & \frac{45}{5} & \frac{80}{5} & \frac{100}{5} & \frac{75}{5} \\ \frac{35}{5} & \frac{90}{5} & \frac{5}{5} & \frac{30}{5} & \frac{45}{5} & \frac{5}{5} \end{pmatrix}$$

$$B \cdot M = \begin{pmatrix} 3 & 18 & 9 & 16 & 20 & 15 \\ 7 & 18 & 1 & 6 & 9 & 1 \end{pmatrix}$$

Logo a mensagem decodificada é 3 18 9 16 20 15 7 18 1 6 9 1.

Agora é só utilizar a mesma tabela alfa-numérica para fazer a correspondência entre as letras e os números da mensagem codificada.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

3	18	9	16	20	15	7	18	1	6	9	1
---	----	---	----	----	----	---	----	---	---	---	---

C R I P T O G R A F I A

Assim, a mensagem secreta é **CRIPTOGRAFIA**. As acadêmicas resolveram com sucesso a atividade, como exposto nas Figuras 6, 7 e 8.

Figura 6 - Solução da acadêmica A

1. Com base em um determinado código, a mensagem secreta foi enviada em código, utilizando a matriz $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ e a matriz $B = \begin{pmatrix} 0,4 & 1,4 \\ 0,2 & -0,2 \end{pmatrix}$.

20 143 83 26 20 15 43 39 31 30 13
 52 144 16 58 83 22 37 54 11 28 37 17

$C = \begin{pmatrix} -0,4 & 1,4 \\ 0,2 & -0,2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0,4 & 1,4 \\ 0,2 & -0,2 \end{pmatrix}$

$\begin{pmatrix} -0,4 & 1,4 \\ 0,2 & -0,2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 20 & 143 & 83 & 26 & 20 \\ 15 & 43 & 39 & 31 & 30 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 13 & 1 & 20 & 5 & 13 \\ 1 & 20 & 9 & 3 & 1 \end{pmatrix}$

13 1 20 5 13 1 20 9 3 1 = MATEMÁTICA

$\begin{pmatrix} -0,4 & 1,4 \\ 0,2 & -0,2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 52 & 144 & 16 & 58 & 83 & 22 \\ 37 & 54 & 11 & 28 & 38 & 37 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 18 & 9 & 16 & 20 & 2 \\ 7 & 18 & 16 & 9 & 7 \end{pmatrix}$

3 18 9 16 20 2 7 18 16 9 7 = CRIPTOGRAFIA

Fonte: Dados da Pesquisa (2021)

Figura 7 - Solução da acadêmica B

$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} -2/5 & 7/5 \\ 7/5 & -1/5 \end{pmatrix}$

$\begin{bmatrix} 0,4 & 1,4 \\ 0,2 & -0,2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 20 & 143 & 83 & 26 & 20 \\ 15 & 43 & 39 & 31 & 30 \end{bmatrix} =$

$= \begin{bmatrix} 13 & 1 & 20 & 5 & 13 \\ 1 & 20 & 9 & 3 & 1 \end{bmatrix}$ MATEMÁTICA

$\begin{bmatrix} -0,4 & 1,4 \\ 0,2 & -0,2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 52 & 144 & 16 & 58 & 83 & 22 \\ 37 & 54 & 11 & 28 & 38 & 37 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 18 & 9 & 16 & 20 & 2 \\ 7 & 18 & 16 & 9 & 7 \end{bmatrix}$

CRIPTOGRAFIA

Fonte: Dados da Pesquisa (2021)

Figura 8 - Solução da acadêmica C

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 3 & 2 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} -\frac{25}{35} & \frac{7}{5} \\ \frac{15}{35} & -\frac{1}{5} \end{pmatrix}$$

$$N = \begin{pmatrix} 20 & 141 & 93 & 26 & 20 \\ 15 & 43 & 38 & 11 & 15 \end{pmatrix}$$

$$B \cdot N = N$$

$$B = \begin{pmatrix} -\frac{25}{35} & \frac{7}{5} \\ \frac{15}{35} & -\frac{1}{5} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 20 & 141 & 93 & 26 & 20 \\ 15 & 43 & 38 & 11 & 15 \end{pmatrix}$$

$$\left(\begin{array}{cc|ccccc} 1 & 7 & 20 & 141 & 93 & 26 & 20 \\ 3 & 2 & 15 & 43 & 38 & 11 & 15 \end{array} \right) \xrightarrow{\substack{(-3 \times 1) \rightarrow (-3, -21, -60, -42, -76, -78, -60) \\ (4 \times 3) \rightarrow (12, 8, 12, 2, 12, 12, 4)}} \left(\begin{array}{cc|ccccc} 1 & 7 & 20 & 141 & 93 & 26 & 20 \\ 0 & -13 & -15 & -79 & -53 & -44 & -21 \end{array} \right)$$

$$N = \begin{pmatrix} 13 & 3 & 20 & 15 & 15 & 15 & 15 \\ 1 & 20 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 \end{pmatrix} \rightarrow \text{MATHEMÁTICA}$$

$$B \cdot C = D$$

$$B = \begin{pmatrix} -\frac{25}{35} & \frac{7}{5} \\ \frac{15}{35} & -\frac{1}{5} \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 52 & 144 & 16 & 58 & 83 & 22 \\ 17 & 54 & 11 & 28 & 38 & 17 \end{pmatrix}$$

$$\left(\begin{array}{cc|ccccc} 1 & 7 & 52 & 144 & 16 & 58 & 83 & 22 \\ 3 & 2 & 17 & 54 & 11 & 28 & 38 & 17 \end{array} \right) \xrightarrow{\substack{(-3 \times 1) \rightarrow (-3, -21, -16, -42, -14, -84, -24, -51) \\ (4 \times 3) \rightarrow (12, 8, 12, 2, 12, 12, 4)}} \left(\begin{array}{cc|ccccc} 1 & 7 & 52 & 144 & 16 & 58 & 83 & 22 \\ 0 & -13 & -16 & -79 & -53 & -44 & -21 & -21 \end{array} \right)$$

$$= \begin{pmatrix} 3 & 12 & 3 & 16 & 20 & 15 \\ 7 & 12 & 1 & 6 & 9 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \text{CRIPTOGRAFIA}$$

Fonte: Dados da Pesquisa (2021)

Durante a participação nas atividades, foram realizadas algumas discussões sobre o uso de História em Quadrinhos Digital e Mit App Inventor 2, que seria explorado pela primeira vez pelas acadêmicas e, após a realização da sequência didática foi disponibilizado um questionário digital.

As acadêmicas participantes da pesquisa afirmaram possuir frequentemente experiências com o uso de tecnologias digitais durante o curso de Matemática. Apesar disso, avaliaram que seu conhecimento sobre *softwares* matemáticos era regular a bom, o que demonstra que a aplicação da sequência didática com o Mit App Inventor 2 e o estudo de criptografia no ensino de matemática com História em Quadrinhos foi válido para esse público, pois consideram que precisam melhorar seu conhecimento em recursos tecnológicos. Concluímos que os licenciandos de Matemática, deveriam ter novas oportunidades de aprender a utilizar *softwares* matemáticos, pois estes “podem se explorados na realização de diversas tarefas, desenvolvendo o raciocínio e a criatividade do aluno e promovendo situações que despertem a curiosidade e prendam a atenção”(AMANCIO; SANZOVO, 2020, p. 4).

Todas as participantes da pesquisa concordam ou concordam totalmente que o uso de tecnologias digitais auxilia no aprendizado de conteúdos matemáticos. Dessa forma, percebemos que as estudantes argumentaram que o uso de tecnologias favoreceu a aprendizagem de matrizes e criptografia.

Ao avaliarem seu nível de conhecimento antes e depois do curso sobre o conteúdo de matrizes, julgaram seu conhecimento de matrizes antes do minicurso sendo ruim ou regular. Foi uma surpresa, visto que são acadêmicas de Matemática desde 2018, e essa turma teve alto nível de desistência ao longo do curso, portanto seria de imaginar que as licenciandas remanescentes tivessem um bom conhecimento da Matemática ensinada na Educação Básica. Felizmente, após o curso avaliaram que seu conhecimento aumentou para bom e muito bom, evidenciando a utilidade da aplicação da SD sobre matrizes para esse público.

Todas as acadêmicas de Matemática acreditam que foi muito bom ou bom usar tecnologias digitais na resolução das questões de matrizes.

Em uma das perguntas do questionário, pedimos que avaliassem o grau de satisfação sobre o MIT App Inventor 2 e os resultados demonstram que as acadêmicas do curso de Licenciatura em Matemática se familiarizaram com a ferramenta do MIT App Inventor 2 associando conteúdos matemáticos, devido a sua funcionalidade de criar aplicativos por meio de blocos, sem a necessidade de ter experiência em programação. Assim, conforme exposto por Silva (2019, p. 30), “a ferramenta apresenta potencial para inspirar o fortalecimento intelectual e criativo do estudante”. Além disso, os resultados da pesquisa realizada por Egido, Santos, Andreotti, Freitas e Basso (2018, p. 299) evidenciaram que “o desenvolvimento de aplicativos móveis é uma atividade que pode contribuir de forma positiva no ensino e na aprendizagem de conteúdos de matemática na Educação Básica”.

As respostas da pergunta do questionário em relação ao nível de conhecimento sobre criptografia antes e depois do curso demonstram que as alunas de Licenciatura em Matemática antes do curso acreditavam que seu nível de conhecimento sobre o tema criptografia era regular ou poderia melhorar e, após o curso, responderam que aprenderam muitas informações novas, o que significa que, na concepção delas, o curso contribuiu positivamente para que aumentassem seu conhecimento de criptografia e conhecessem uma abordagem com tecnologias para utilizar em sua futura prática pedagógica.

Esse resultado indica que alcançamos não apenas a inserção das tecnologias no ensino no sentido de “fazer uso desse instrumento sem que ele provoque aprendizagem”, mas de forma a integrar a tecnologia, o que “significa que ele passa a fazer parte do arsenal de que o professor dispõe para atingir seus objetivos” (BITTAR, 2011, p. 159). Desse modo, o uso de *slides*, vídeo, discussões, atividades com HQ digital e MIT App Inventor 2 foram integrados ao ensino, pois foram utilizados com o propósito de contribuir no processo de aprendizagem de criptografia, que segundo as participantes da pesquisa ocorreu de forma muito positiva.

Outra pergunta do questionário solicitou a avaliação da sequência didática do ponto de vista das acadêmicas, e todas avaliaram como sendo muito boa, pois trouxeram contribuições para aprender de forma divertida e participativa criptografia e matrizes, e possibilitou conhecerem uma nova possibilidade para desenvolver aplicativos de forma fácil na Educação Básica.

Nesse sentido, verificou-se o alto grau de satisfação das acadêmicas sobre a sequência didática, com relação ao estudo de criptografia e a utilização do MIT App Inventor 2 e HQ digital como proposta metodológica no ensino de Matemática.

As licenciandas acreditam que o tempo de duração do curso foi bom ou muito bom, superando as expectativas de participação e aprendizado. As acadêmicas apontaram, como na pesquisa de Egido et al (2008), que o Mit App Inventor 2 contribui para que os alunos resolvam situações problemas e sejam produtores de conteúdo digital utilizando ambientes de programação.

Por fim, a última pergunta contida no questionário e que consideramos relevante comentar foi: “Você gostaria de participar de outras sequências didáticas com tecnologias digitais?” Todas as acadêmicas afirmaram que gostariam de participar de outras atividades com tecnologias digitais. Disso, inferimos que as participantes da pesquisa reconhecem as contribuições que o uso dessas tecnologias pode trazer para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática. Ademais, conforme Borba e Penteadó (2012, p. 66) a tecnologia informática tem potencial para aperfeiçoar as aulas de Matemática, no sentido de que “a incerteza e imprevisibilidade, gerados num ambiente informatizado, podem ser vistos como possibilidades para desenvolvimento: desenvolvimento do aluno, desenvolvimento do professor, desenvolvimento das situações de ensino e aprendizagem.”

Da mesma forma, entendemos que foi positiva a experiência de aplicar a sequência didática com as licenciandas de Matemática, que futuramente, poderão se sentir mais estimuladas em utilizar tais recursos em suas atividades profissionais. Esta experiência também serviu para que a pesquisadora, formanda em Matemática, desenvolvesse segurança em utilizar tecnologias no ensino de Matemática, sendo de grande valia na formação inicial, pois alinhados com Cunha (2018, p. 159) percebe-se a necessidade de futuros professores terem experiências reais que lhes proporcionem “excelentes oportunidades de colocar em prática o que foi aprendido advindo da integração do conhecimento matemático com a finalidade de integrar as tecnologias educacionais para o ensino e aprendizagem em sala de aula”.

As participantes demonstraram gostar bastante de usar tecnologias, pois afirmaram que é muito importante conhecer uma ferramenta on-line que resolve matrizes. Elas também ficaram curiosas para saber qual a mensagem secreta estava na carta que Clara queria desvendar. Essa atitude revela que as atividades de Matemática que utilizaram o MIT App Inventor 2 e leitura de História em Quadrinhos como tecnologias digitais atraíram o interesse das acadêmicas. Além disso, com a devolutiva das atividades extras percebeu-se que elas compreenderam bem o conteúdo matrizes e demonstraram interesse no uso do MIT App Inventor 2 para auxiliar na resolução das atividades.

Esperamos que esta proposta didática possa despertar o interesse das acadêmicas em aprender e ensinar Matemática com ferramentas tecnológicas, na sua futura prática pedagógica, não apenas para solucionar problemas sobre criptografia, mas também em outras situações, a partir da construção de sequências didáticas explorando vídeos, HQs digitais, Mit App Inventor 2 e outros recursos tecnológicos.

5 Conclusões

Este artigo apresenta o relato de uma sequência didática desenvolvida com o uso de Mit App Inventor 2 e História em Quadrinhos Digital em curso de formação inicial de professores de Matemática. A partir das atividades realizadas atingiu-se o objetivo principal de investigar as potencialidades do uso dessas tecnologias digitais no ensino de criptografia.

Foi uma tarefa desafiadora elaborar, aplicar e analisar os resultados do uso de sequência didática com tecnologias digitais no ensino de criptografia. Desta forma, foi gratificante trabalhar a sequência didática com as acadêmicas de Matemática, pois percebe-se que o uso do MIT App Inventor 2 foi parte integrante do processo educacional e da construção de conhecimento sobre criptografia. Neste contexto, os resultados mostraram que a aplicação da sequência didática para acadêmicas de Matemática foi válida, pois proporcionou um ambiente de aprendizagem participativo e crítico. As acadêmicas aumentaram seu conhecimento nessa temática, demonstraram domínio na resolução da atividade exploratória, conheceram uma nova ferramenta na qual os estudantes podem ser produtores de conteúdo digital utilizando ambientes de programação.

Concluiu-se também que o uso de ferramentas tecnológicas no estudo de criptografia despertou o interesse e a curiosidade das acadêmicas, proporcionando adquirir novos conhecimentos, que serão úteis em sua futura prática pedagógica. O uso de HQs se mostrou uma forte ferramenta aliada no ensino de matemática e criptografia, pois motivou as discentes na resolução de problemas matemáticos, uma vez que são carregados de informações de forma divertida e agradável de ler. Em uma próxima oportunidade relataremos os resultados da aplicação dessa sequência didática junto aos alunos da Educação Básica.

Espera-se que o presente trabalho possa incentivar professores e futuros professores de matemática a se sentirem mais encorajados em buscar novas ferramentas para suas aulas e principalmente ousarem pelo uso de tecnologias digitais como o Mit App Inventor 2 e HQDs

no ensino de matemática. Esse trabalho pode inspirar a realização de novas pesquisas que investigam o uso de tecnologias digitais no ambiente educacional.

Referências

AMANCIO, Daniel de Traglia; SANZOVO, Daniel Trevisan. **Ensino de Matemática por meio das tecnologias digitais**. *Revista Educação Pública*, v.20, nº47, 8 de dezembro de 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/47/ensino-dematemática-por-meio-das-tecnologias-digitais>. Acesso em: 30 set. 2021.

BARBOSA, Marcos Alberto. **Desenvolvendo Aplicativos Para Dispositivos Móveis Através do MIT App Inventor 2 nas Aulas de Matemática**. 2016. 142 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional). Universidade Estadual de Santa Cruz. 2016. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/download/1087/660>. Acesso em: 30 set. 2021.

BITTAR, Marilena. **A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática**. *Educar em Revista*, n. Especial, p. 157–171, 2011. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/22615>>. Acesso em: 30 set. 2021.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

CUNHA, Maria Francisca da. **Tecnologias digitais em cursos de licenciaturas em Matemática de uma universidade pública paulista**. 2018. Teses (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2014. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/180540>>. Acesso em: 30 set. 2021.

EGIDO, Sidnéia Valero; SANTOS, Luciane Mulazani dos; ANDREETTI, Thais Cristine; FREITAS; Ludimilla Karen Mendes; BASSO, Stephanie Johansen Longo. **O Uso de Dispositivos Móveis em Sala de Aula: Possibilidades com o App Inventor**. Fortaleza, Ceará – Brasil. 2018. Disponível em: <http://ceur-ws.org/Vol-2185>. Acesso em: 30 set. 2021.

GROENWALD, Cláudia Lisete; OLGIN, Clarice. Criptografia e o Currículo de Matemática no Ensino Médio. **Revista de Educação Matemática**, v. 13, p. 71–78, 2011. <https://revistasbemsp.com.br/REMat-SP/article/view/68>. Acesso em: 30 set. 2021.

LITOLDO, Beatriz Fernanda. **As potencialidades de uma sequência pedagógica de atividades envolvendo problemas criptográficos na exploração das ideias associadas à função afim**. 2016. 200 f. Dissertação – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro - SP, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/141470>. Acesso em: 30 set. 2021.

MIRANDA, Danilo da Silva; CASTELO, Patricio de Castro. **Aplicações de matrizes**. 2016. 65 f. TCC (Graduação) – Curso de Licenciatura Plena em Matemática, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2016. Disponível em: <https://www2.unifap.br/matematica/files/2017/01/Danilo-da-Silva-Miranda-e-Patr%C3%ADcio-de-Castro-Castelo.pdf>. Acesso em: 30 set. 2021.

OLIVEIRA, Daiane de; KRIPKA, Rosana Maria Luvezute. **O uso da criptografia no ensino de matemática (co)**. In XIII CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2011. Disponível em: https://xiii.ciaem-redumate.org/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/view/1817. Acesso em: 29 set. 2021.

PEREIRA, Nádia Marques Ikeda. **Criptografia: uma nova proposta de ensino de matemática no ciclo básico**. 2015. 75 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2015. Disponível em: Acesso em: 2 ago. 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/127733>. Acesso em 20 set. 2021.

PINTO, Ana Cristina; FELCHER, Carla Denize Ott; FERREIRA, André Luis. Considerações sobre o uso do aplicativo QR Code no ensino da Matemática: Reflexões sobre o papel do professor. In: **Encontro Nacional de Educação Matemática**. 2016. Disponível em: http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/8323_4386_ID.pdf. Acesso em: 10 jan. 2021.

SILVA, Renato Darcio Noletto. App inventor 2 no ensino de matemática no 3º ano do ensino médio: uma análise no ensino de matemática financeira com a construção de aplicativos para smartphones. **TICs & EaD em Foco**. São Luís, v. 5, n. 1, jan./jun. 2019. Disponível em: <https://www.uemanet.uema.br/revista/index.php/ticseadfoco/article/view/416>. Acesso em 20 set. 2021.

TONON, Sandra de Fátima Tavares Rodrigues. As histórias em quadrinhos como recurso didático nas aulas de Matemática. **Em Extensão**, v. 8, n. 1, jan. /jul., 2009. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20433>. Acesso em: 30 set. 2021.

ZABALA, Antônio. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução de Ernani F. da F. Rosa - Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANON PERIPOLLI, Patricia; SMANIOTTO BARIN, Cláudia. O uso pedagógico de histórias em quadrinhos no ensino de matemática. **CIET:EnPED**, São Carlos, maio 2018. ISSN 2316-8722. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/239>>. Acesso em: 30 set. 2021.