

UMA PROPOSTA DE OFICINA PARA O ENSINO DE FUNÇÕES QUADRÁTICAS ENVOLVENDO A CONSTRUÇÃO DE CATAPULTAS E O USO DO SOFTWARE *TRACKER*

José Diego Santos Ferreira ¹
Brauner Gonçalves Coutinho ²

RESUMO

Conforme as competências da BNCC, as tecnologias desempenham um papel crucial no desenvolvimento dos estudantes como cidadãos críticos e independentes. De acordo com Papert, em seu livro *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, a utilização de recursos tecnológicos proporciona aos estudantes a oportunidade de se envolverem ativamente no processo de aprendizagem, desenvolvendo o raciocínio lógico e investigativo enquanto lidam com problemas reais. O uso do software *Tracker* no estudo de funções, associadas ao lançamento de projéteis, pode tornar o aprendizado mais significativo, estimulando a investigação científica, em uma aprendizagem visual e interdisciplinar, abrangendo a matemática, a física e a tecnologia. O objetivo deste trabalho é propor o uso do *Tracker* por meio de uma oficina ou itinerário formativo, com foco em uma abordagem de ensino ativo, na qual o professor atua como mediador das análises realizadas pelos alunos. Para isso, exploramos uma das aplicações mais históricas dos movimentos parabólicos: as catapultas (ou trabucos), armas cuja história é bem documentada. Esta é uma pesquisa aplicada que busca promover o estudo de um conteúdo matemático de maneira prática e adota uma abordagem qualitativa baseada nas interações e opiniões dos participantes. Além disso, possui um caráter exploratório ao investigar uma proposta inovadora junto a um grupo de voluntários. Inicialmente foram construídos pequenos modelos artesanais de catapultas e trabucos utilizando materiais simples como palitos, elásticos e cordão. Os lançamentos realizados com estes dispositivos foram registrados em vídeo com a participação dos alunos e, em seguida, analisados com auxílio do software *Tracker*, gerando os gráficos da trajetória parabólica e permitindo a observação em tempo real da função quadrática associada aos lançamentos. A atividade foi desenvolvida com alunos do ensino médio da escola EREM Édson Simões, do município de São José do Egito, PE. Os alunos participaram ativamente, demonstrando interesse em cada etapa trabalhada.

Palavras-chave: Funções, *Tracker*, Movimento de projéteis, Tecnologias, Itinerários.

INTRODUÇÃO

O ensino de matemática no nível médio apresenta desafios significativos, sobretudo no que se refere à transposição de conceitos abstratos para contextos compreensíveis e significativos ao estudante. Entre esses conceitos, destacam-se as funções quadráticas e suas representações gráficas, elementos fundamentais para a

¹ Graduado pelo Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, josediegocp15@gmail.com;

² Professor do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, brauner@servidor.uepb.edu.br;



consolidação do pensamento matemático. Entretanto, a aprendizagem desse conteúdo frequentemente é comprometida pela ausência de aplicações práticas e pela limitação de abordagens interdisciplinares.

O estudo do lançamento de projéteis constitui uma oportunidade privilegiada para a integração de conhecimentos provenientes da matemática, da física e da história. O movimento parabólico resultante do lançamento de um projétil representa uma aplicação concreta das funções quadráticas, favorecendo a visualização e a compreensão dos princípios teóricos subjacentes.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de oficina educacional que utiliza tecnologias digitais, em especial o software *Tracker*, como recurso pedagógico para o ensino dos princípios que regem o lançamento de projéteis e as trajetórias parabólicas associadas. A atividade é destinada a estudantes do segundo ano do ensino médio e visa proporcionar uma aprendizagem teórico-prática, bem como estimular a articulação interdisciplinar dos saberes científicos, buscando estabelecer conexões entre conceitos matemáticos e físicos e suas aplicações no mundo real. A proposta inclui a realização de atividades experimentais, como a construção de catapultas artesanais, a fim de possibilitar que os estudantes investiguem de forma ativa os fundamentos do movimento dos projéteis e reconheçam o papel das funções quadráticas na descrição de suas trajetórias.

METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza aplicada, pois busca produzir conhecimento voltado à solução de problemas específicos no contexto educacional, por meio do uso de recursos tecnológicos e atividades práticas em sala de aula (Gil, 2008). O caráter exploratório do estudo possibilita maior familiaridade com o tema, tornando o problema mais explícito e permitindo a construção de hipóteses ou alternativas metodológicas (Gil, 2008; Gerhardt & Silveira, 2009). A abordagem é majoritariamente qualitativa, centrada em aspectos subjetivos, interações e impressões dos participantes, especialmente sobre o entendimento do movimento de projéteis e funções quadráticas (Minayo, 2001). Contudo, há elementos quantitativos, uma vez que os dados obtidos pelo software *Tracker* são analisados numericamente por meio de gráficos e tabelas.

Os procedimentos técnicos se baseiam em práticas experimentais, com manipulação de variáveis como a construção de catapultas e variação de ângulo e altura



de lançamento, para observar os efeitos e verificar hipóteses sobre o comportamento dos projéteis (Marconi & Lakatos, 1992). A metodologia envolve uma oficina pedagógica, realizada com alunos do segundo ano da EREM Edson Simões, em São José do Egito, PE, entre outubro e novembro de 2024, envolvendo inicialmente dez voluntários, dos quais permaneceram seis até o final devido a demandas escolares.

A proposta fundamenta-se na modelagem matemática como tradução entre situações do mundo real e representações matemáticas, promovendo a construção ativa do conhecimento e o desenvolvimento do pensamento crítico (Biembengut & Hein, 2000). O uso do *Tracker* integra as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) como recursos instrucionais, alinhando-se à concepção de que tais tecnologias favorecem o aprendizado significativo em matemática (Borba & Penteado, 2016). O trabalho também está apoiado em autores e correntes que preconizam o protagonismo dos alunos na investigação interdisciplinar, como Ponte (2002), Papert (1980) e a teoria construtivista de Piaget (Montoya, 2009).

A intervenção ocorreu na EREM Edson Simões, em São José do Egito, PE, com alunos voluntários do segundo ano do ensino médio. Inicialmente participaram dez estudantes, dos quais seis completaram todas as atividades entre outubro e novembro de 2024, em razão de demandas escolares como provas e o ENEM.

A metodologia baseou-se em uma oficina pedagógica que propiciou espaço para experimentação e investigação por meio da construção artesanal de lançadores (catapultas) com materiais simples e acessíveis. O processo de construção foi realizado integralmente em sala de aula, com suporte de vídeos tutoriais do canal Manual do Mundo, utilizando palitos de picolé, fitas adesivas e outros materiais de baixo custo.

A oficina foi estruturada seguindo a perspectiva da modelagem matemática, que atua como processo de tradução entre a realidade e representações matemáticas, estimulando o pensamento crítico e a aprendizagem ativa (Biembengut & Hein, 2000). A cultura maker, aliada ao uso do *Tracker*, promoveu o aprendizado interdisciplinar, permitindo a articulação entre matemática, física e história, alinhada às diretrizes da formação docente para a educação básica (Ponte, 2002; Papert, 1980; Montoya, 2009).

O *Tracker* foi utilizado para análise dos vídeos dos lançamentos dos projéteis, captados com dispositivos móveis. Essa ferramenta permitiu rastrear a trajetória do projétil quadro a quadro, extraíndo dados de posição, velocidade e aceleração, possibilitando a construção de gráficos que evidenciam o comportamento parabólico do



movimento. A comparação entre dados experimentais e modelos matemáticos facilitou a compreensão de conceitos como tempo de voo, altura máxima e alcance horizontal.

As intervenções foram organizadas em sequência didática progressiva, iniciando com contextualização histórica sobre armas de cerco e conceitos físicos básicos, seguida de atividades práticas com lançamentos gravados e análises no *Tracker*, além da construção dos dispositivos e manipulação dos coeficientes da função quadrática em softwares simuladores. A metodologia incentivou a participação ativa dos alunos, o desenvolvimento do protagonismo estudantil e uma aprendizagem significativa e interdisciplinar.

Após a conclusão da oficina, foi aplicado um questionário avaliativo aos participantes com o objetivo de coletar suas opiniões sobre as atividades realizadas. O instrumento incluiu itens em escala Likert de 1 a 5 (variando de "péssima" a "muito boa") e questões abertas para respostas livres, permitindo que os alunos expressassem suas perspectivas pessoais. Embora seis alunos tenham completado todas as etapas da oficina, apenas quatro responderam ao questionário. Dentre os motivos para a não participação, destacam-se mudanças de residência para outros estados, o que dificultou o contato, e a falta de familiaridade com ferramentas digitais, como o Google Forms. Nesse último caso, um participante optou por enviar suas respostas via WhatsApp.

REFERENCIAL TEÓRICO

Historicamente, as armas de cerco representam a união entre engenhosidade técnica e conhecimento matemático, ilustrando como a aplicação prática desses saberes impulsionou importantes avanços. Catapultas e trabucos começaram a ser utilizados por gregos e romanos na Antiguidade, permitindo lançar projéteis com precisão e força contra alvos distantes (Onça, 2020; Lepage, 2015). Com o tempo, essas ferramentas foram aprimoradas, utilizando-se princípios de alavanca, tensores e contrapesos, destacando o desenvolvimento de métodos para superar obstáculos militares e promover inovação tecnológica em resposta aos desafios de cada época. A evolução culminou no surgimento de armas mais sofisticadas com a introdução da pólvora, mudando radicalmente as estratégias de defesa e ataque.

No âmbito escolar, o estudo dessas engenharias históricas serve de ponto de partida para o ensino de conceitos matemáticos essenciais, em especial as funções quadráticas. Segundo Dante (2013), Morettin, Hazzan e Bussab (2016), a função



quadrática possui papel central na Matemática, sendo caracterizada graficamente por uma parábola cuja concavidade, posição e abertura são determinadas pelos coeficientes a , b e c . Compreender esses elementos e suas implicações é fundamental para a leitura de fenômenos, entre eles o movimento de projéteis — conteúdo clássico de interdisciplinaridade entre Física e Matemática.

A trajetória parabólica que emerge do lançamento de objetos, como projéteis de catapultas, oferece ao estudante a oportunidade de visualizar aplicações práticas da função quadrática. Atividades desse tipo têm forte potencial didático, pois aproximam a teoria da realidade, favorecem o raciocínio matemático e ampliam o significado dos conceitos para os alunos, sobretudo quando acompanhadas de experimentos e registros sistemáticos. Projetos envolvendo construção e uso de lançadores artesanais proporcionam experiências significativas e promovem a aprendizagem ativa, centrada na resolução de problemas e na investigação.

A integração das TDIC ao currículo aparece como excelente aliada, principalmente na geração conectada que temos nos dias de hoje. Ferramentas como o *Tracker* permitem uma nova abordagem para o ensino, possibilitando registrar, analisar e modelar situações reais a partir de vídeos e experimentos (Borba & Penteado, 2016; Ponte, 2002). Nessas atividades, os alunos tornam-se protagonistas do processo de investigação científica — registram dados dos lançamentos, analisam trajetórias, reconhecem padrões matemáticos e utilizam recursos computacionais para checar hipóteses, promovendo uma aprendizagem ativa, visual e significativa.

Essa metodologia é compatível com concepções construtivistas e construcionistas, fundamentando-se na ideia de que o conhecimento é construído pelo próprio aluno por meio da experimentação, da reflexão e da criação (Papert, 1980; Piaget apud Montoya, 2009). Papert defende que, ao construir um artefato significativo, o estudante mobiliza saberes matemáticos e científicos em situações concretas, desenvolvendo pensamento crítico, autonomia e criatividade.

A cultura maker, inspirada no movimento “faça você mesmo”, reforça esse princípio, incentivando a construção coletiva e a experimentação com materiais acessíveis. Como destacam Tardin, Santos e Fortunato (2021), propor atividades nas quais os alunos criem, testem e reinventem objetos promove protagonismo, cooperação e habilidades de planejamento, além de dialogar com a realidade das escolas brasileiras, muitas vezes marcadas por restrições orçamentárias.



Por fim, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sinaliza a necessidade de integrar diferentes linguagens, promover o uso crítico de tecnologias digitais e desenvolver competências para a resolução de problemas concretos (Ministério da Educação do Brasil, 2018). Projetos interdisciplinares com foco em modelagem matemática e cultura maker contribuem para esse objetivo ao valorizar experiências práticas que conectam teoria, história, tecnologia e experimentação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os alunos participaram ativamente da construção de lançadores artesanais (catapultas) utilizando materiais simples e acessíveis. A experiência permitiu contato prático com conceitos físicos e matemáticos, mas a fragilidade dos materiais dificultou a execução plena dos lançamentos: muitos lançadores desmontavam ou apresentavam falhas nos elásticos, exigindo reforço da estrutura com fita adesiva. Para superar tais dificuldades, foi utilizado em algumas etapas um modelo de catapulta mais robusto, construído previamente pela equipe, que se mostrou eficaz e resistente aos testes.

Os objetos usados como projéteis nos lançadores construídos foram uma esfera metálica e uma bolinha de gude. No momento da gravação, a câmera do celular não conseguiu captar com precisão satisfatória a movimentação dos projéteis. Isso pode ter ocorrido devido ao seu tamanho reduzido, falta de iluminação adequada do local, velocidade muito alta de lançamento ou pela limitação na taxa de FPS (quadros por segundo) do dispositivo utilizado. Devido a essas limitações, optou-se por usar vídeos de uma dinâmica entre os alunos, envolvendo lançamento manual de esferas em ambiente escolar, como mostra a Figura 1. A atividade foi realizada em área externa, favorecendo a participação coletiva e o registro adequado dos experimentos.

Figura 1 - Pontos de massa em um intervalo de quadros.

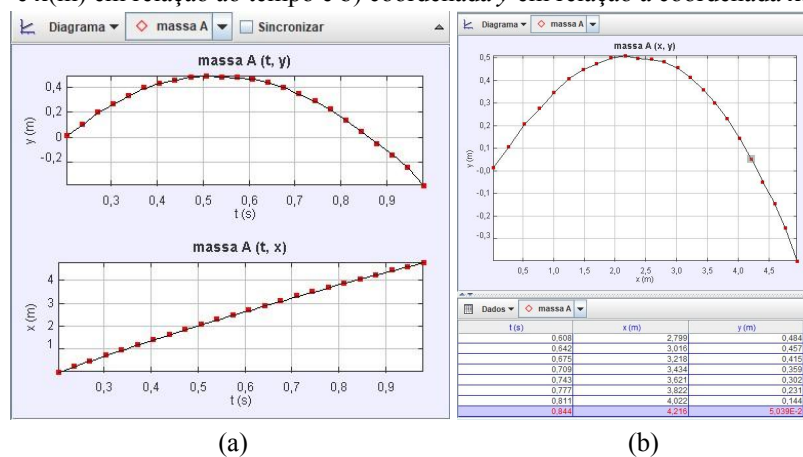


Fonte: captura de tela realizada pelos autores.



Utilizando o *Tracker*, o movimento dos projéteis foi analisado quadro a quadro, com calibração adequada do sistema de coordenadas com base em objetos de referência medidos no local, ilustrados na Figura 1. Nessa figura também é possível observar os pontos da trajetória que foram marcados e que permitiram construir gráficos com a variação das posições dos objetos ao longo do tempo. O gráfico da posição vertical (y) versus tempo revelou as características da trajetória parabólica, evidenciando a aplicação da função quadrática aos resultados experimentais, como mostra a Figura 2. Na mesma figura, outro gráfico relevante é ilustrado: $y(m)$ versus $x(m)$, mostrando a trajetória do projétil no plano e permitindo análises mais detalhadas do voo.

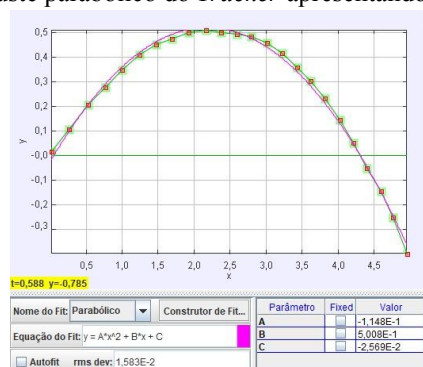
Figura 2 - Gráficos gerados no *Tracker* a partir da marcação dos pontos no vídeo: a) coordenadas $y(m)$ e $x(m)$ em relação ao tempo e b) coordenada y em relação à coordenada x .



(a) (b)
Fonte: captura de tela realizada pelos autores.

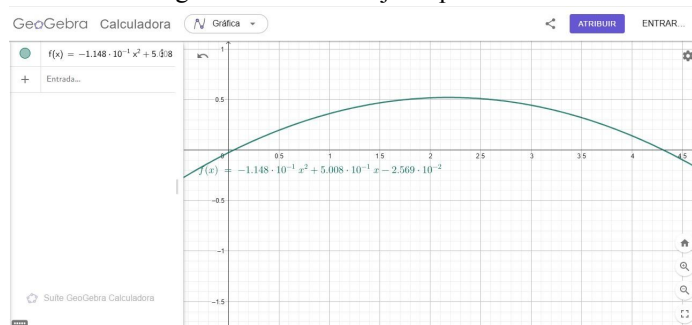
O ajuste dos dados experimentais foi realizado com o *Tracker*, que gerou os coeficientes da função quadrática diretamente a partir dos pontos marcados, como mostra a Figura 3. Estes dados foram posteriormente visualizados e manipulados no GeoGebra para estudo dos coeficientes, facilitando discussões sobre como esses valores influenciam o vértice e a concavidade da parábola. A Figura 4 apresenta o gráfico plotado no GeoGebra a partir dos dados obtidos no *Tracker*.

Figura 3 - Janela de ajuste parabólico do *Tracker* apresentando os coeficientes obtidos.



Fonte: captura de tela realizada pelos autores.

Figura 4 - Janela de ajuste parabólico.

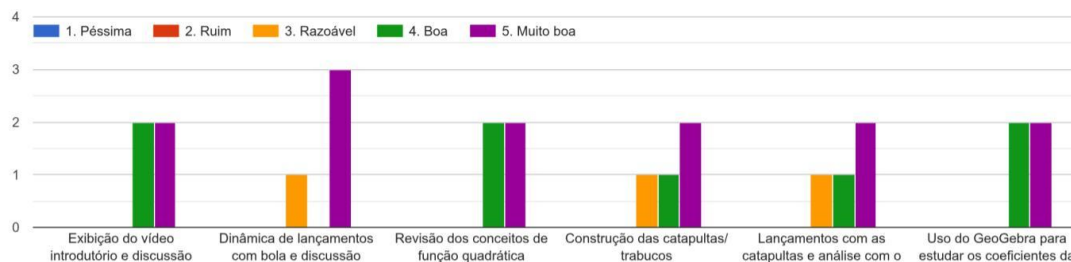


Fonte: captura de tela realizada pelos autores.

Por meio dos questionários aplicados, os alunos avaliaram positivamente todas as atividades da oficina, com destaque para a construção dos lançadores e a dinâmica dos lançamentos como as etapas mais apreciadas, como mostra a Figura 5. As respostas indicam que o caráter prático e colaborativo foi especialmente relevante para o engajamento e para a compreensão dos conceitos trabalhados. Eles também relataram dificuldades relacionadas à fragilidade dos materiais e ao uso de softwares como o GeoGebra, destacando a necessidade de suporte pedagógico e uso de materiais mais resistentes.

Em relação ao aprendizado, os participantes destacaram o papel do processo de construção artesanal para a assimilação de conceitos matemáticos e físicos, além do trabalho em grupo e do uso do *Tracker* para visualizar as funções quadráticas e as trajetórias dos projéteis. Surgiram discussões espontâneas associando conteúdos abordados a vivências pessoais, evidenciando o potencial interdisciplinar da proposta.

Figura 5 - Avaliação de cada atividade da oficina.



Fonte: autoria própria.

A implementação das atividades enfrentou desafios como limitação de recursos, dificuldades técnicas com equipamentos, restrições de agenda e acesso à sala de informática da escola. Apesar dos obstáculos, o projeto promoveu o envolvimento dos alunos, incentivando o pensamento crítico e a curiosidade científica. O *Tracker* se

mostrou eficaz como ferramenta para o ensino de Física e Matemática, desde que haja infraestrutura e suporte pedagógico adequados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo propôs uma abordagem inovadora para o ensino de funções quadráticas, integrando atividades lúdicas inspiradas na cultura maker, com o uso de tecnologias digitais e elementos multidisciplinares, abrangendo matemática, física, história e tecnologia. A metodologia adotada centrou-se em uma oficina colaborativa para a construção de lançadores de projéteis, como catapultas, seguida da produção de vídeos analisados por meio do *Tracker* — uma ferramenta que permite o rastreamento quadro a quadro de movimentos de objetos. Adicionalmente, o GeoGebra foi empregado para explorar os coeficientes das funções quadráticas.

A incorporação do *Tracker* na sequência didática, aliada à construção artesanal das catapultas, estabeleceu uma ponte entre teoria e prática. Os alunos puderam observar conceitos abstratos de funções quadráticas em contextos concretos, facilitando sua compreensão e promovendo um aprendizado mais engajado em comparação às aulas tradicionais. Essa estratégia evidenciou a relevância da matemática como ferramenta fundamental para o avanço das civilizações, contextualizando funções parabólicas por meio da história das catapultas e trabucos, armas antigas que exemplificam a união da matemática e da física. Essa integração reforça o caráter complementar das disciplinas: a matemática oferece instrumentos para descrição e análise, enquanto a física foca na observação, experimentação e formulação de teorias.

Durante a oficina, a elaboração dos materiais e a construção dos dispositivos fomentaram o envolvimento ativo dos participantes. As respostas dos alunos indicaram que métodos ativos de ensino da matemática são mais motivadores, estimulando não apenas a assimilação de conteúdos, mas também o desenvolvimento de raciocínio lógico, criatividade e colaboração.

Contudo, desafios foram identificados, particularmente na introdução do *Tracker*. Como se tratava da primeira experiência com a ferramenta para o orientador e os alunos, observou-se uma curva de aprendizado inicial, demandando suporte adicional para usuários inexperientes. Apesar disso, o software demonstrou-se relativamente acessível.



A integração das TDIC com a cultura maker em uma perspectiva construcionista promove uma educação mais significativa e conectada à realidade. Ferramentas como o *Tracker*, combinadas com a construção de dispositivos pedagógicos simples, não apenas facilitam o domínio de conceitos abstratos, mas também cultivam competências essenciais para a formação integral dos estudantes, promovendo inclusão digital e preparação para desafios contemporâneos.

Embora o estudo tenha explorado dispositivos historicamente associados a contextos bélicos, como catapultas e trabucos, enfatiza-se que o objetivo é estritamente pedagógico, visando fomentar valores de paz, cooperação e empatia. Essa abordagem não incentiva o belicismo, mas utiliza artefatos históricos como recursos para enriquecer o ensino de conceitos da matemática e física.

REFERÊNCIAS

- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. Modelagem matemática no ensino. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2000.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. Informática e educação matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.
- DANTE, L. R. Matemática: contexto & aplicações. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- LEPAGE, J. Medieval Armies and Weapons in Western Europe: An Illustrated History. McFarland, Incorporated, Publishers, 2015. ISBN 9780786462513.
- MARCONI, M. d. A.; LAKATOS, E. M. Metodologia do trabalho científico. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1992.
- MINAYO, M. C. d. S. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.
- MONTOYA, A. Teoria da aprendizagem na obra de Jean Piaget. [S.l.]: Editora Unesp, 2009. (Cadernos Fórum Nacional). ISBN 9788571399457.
- MORETTIN, P. A.; HAZZAN, S.; BUSSAB, W. de O. Cálculo: funções de uma e várias variáveis. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. ISBN 9788547201104.
- ONÇA, F. A mãe de todas as guerras. 2020. Acessado em: 14 set. 2024.
- PAPERT, S. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. New York: Basic Books, 1980.

PONTE, J. P. Investigação sobre a prática educativa. Porto: Porto Editora, 2002.

TARDIN, M. L. P.; SANTOS, R. F. L. dos; FORTUNATO, I. EDUFORMAKER:
Cultura Maker voltada à Educação e à Formação de Professores. Itapetininga: Edições
Hipótese, 2021. 158 p. ISBN 978-65-87891-03-3.

