

O USO DO SIMULADOR PhET PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA

The use of the PhET Simulator for teaching Mathematics



Revista

Desafios

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

Crisllem Lorrany Viturina de Sousa Igreja¹, Heverton Silva de Camargos^{*2}

¹Acadêmica do Curso de Especialização em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Tocantins-UFT, Palmas-TO, Brasil.

²Professor Doutor do Curso de Especialização em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Tocantins-UFT, Palmas-TO, Brasil.

*Correspondência: Laboratório de Ciências, Instituto de Ensino Superior, Av. NS 15, 109 Norte, Palmas, Tocantins, Brasil. CEP:77.010-090. e-mail loviturino1831@gmail.com.

Artigo recebido em 27/07/2021 aprovado em 18/09/2021 publicado em 22/04/2022.

RESUMO

A simulação é uma importante ferramenta pedagógica, a disposição do professor, que pode auxiliar no processo de ensino aprendizagem dos conceitos relacionados à Matemática. Além disso, faz parte das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, cuja utilização é estimulada dentro da BNCC. Atualmente existem vários programas desenvolvidos nesta linha, mais esse trabalho focou em apresentar o simulador PhET e propor uma metodologia ativa para a utilização desse recurso. Com isso mostra ao docente a importância do planejamento das atividades e como o simulador pode facilitar o processo de aprendizagem e instiga os tutores a potencializar suas aulas de forma lúdica com o uso do computador.

Palavras-chave: BNCC; TDIC; PhET.

ABSTRACT

Stimulation is an important pedagogical tool that is available to the teacher, which can help in the process of the teaching and learning concepts related to Mathematics. Besides this, it is part of Digital Information and Communication Technologies, whose use is stimulated within the BNCC. There are currently several programs developed in this line, but the present study focuses on presenting the PhET simulator and proposing an active methodology for the use of this resource. Which demonstrates to the teacher the importance of the planning of activities and the facilitation of the learning process with the use of the stimulator and the instigation of tutors to enhance their classes in a playful way with the use of the computer.

Keywords: BNCC; TDIC; PhET.

INTRODUÇÃO

A matemática não se limita apenas em contagens, medições de objetos, grandezas e técnicas de cálculos, ela também cria sistemas abstratos que se relacionam nos fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números sendo eles adjuntos ou não ao mundo físico e no desenvolvimento do pensamento computacional. Assim essa área precisa garantir que os

alunos relacionem as observações feitas diariamente a representações (gráficos, tabelas, figuras, etc.) matemáticas (conceitos e propriedades), visando à resolução e formulação de problemas em diferentes contextos.

Na sua caminhada escolar, o discente pode encontrar dificuldades em desenvolver alguma dessas habilidades, principalmente as que apresentem um

caráter mais abstrato. Por isso recomenda-se o uso de recursos tecnológicos, como o computador, no ensino de matemática. Mas para isso é necessário que os professores tenham um conhecimento prévio para que possam trabalhar de maneira eficiente com seus alunos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugere como complemento do ensino da Educação Básica, na área de Matemática, o uso de equipamentos tecnológicos para a construção de algoritmos para que sejam resolvidos diferentes problemas e o uso de *softwares* prontos. Dentre as competências específicas da matemática para o ensino fundamental a número cinco diz “[...] Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.” (BNCC, 2018, p. 267).

Atualmente tem-se falado no termo metodologias ativas que segundo Moran (2017) o destaque é o aluno no papel de protagonista, sendo ele o responsável pelo seu envolvimento direto, participativo e reflexivo nas etapas do processo de aprendizagem.

Com o uso dos simuladores os professores podem mostrar de maneira mais simples e eficiente como ocorre alguns fenômenos, fazendo com que o aluno tenha uma interação de maneira mais fácil com as atividades e experimentos. Permitindo assim que o aluno seja mais ativo, participando efetivamente na construção do seu conhecimento.

O simulador PhET, criado em 2002 pelo projeto *Physics Educational Technology* (PhET) da Universidade do Colorado, que tem a finalidade de desenvolver simulações para o ensino de Ciências, Matemática, Química e Física. O simulador possibilita aos professores inovar suas aulas, podendo hora expor conteúdos teóricos e práticos, visto que essa ferramenta torna de forma interativa o aprendizado.

O simulador PhET funciona de maneira simples, não necessitando de login e senha para seu acesso, além de ser fornecido gratuitamente, possibilitando que qualquer pessoa o possa utilizar. O seu principal objetivo é oferecer um ambiente aberto para os alunos explorarem. O professor poderá utilizar a plataforma para fazer aulas expositivas, demonstrações, oficinas e até mesmo para montar suas próprias atividades. As atividades são separadas por nível de ensino e componente curricular, ficando a critério do professor escolher aquelas que são mais importantes para a sua respectiva aula.

O objetivo desse trabalho é apresentar para os educadores a simulação disponível na plataforma PhET como sugestão e ferramenta tecnológica para o aprimoramento do processo de aprendizagem na Educação Básica na disciplina de Matemática. Além disso, propor uma metodologia ativa em que o professor possa aplicar facilmente em sua aula, independente da simulação escolhida para ser utilizada.

TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE MATEMÁTICA DE ACORDO COM A BNCC

MA BNCC é o documento que tem a finalidade de estabelecer as competências e diretrizes fundamentais a serem desenvolvidas por crianças e jovens durante a Educação Básica, indicando um currículo com conteúdos básicos a serem aprendidos.

Segundo a BNCC (2017) a matemática não se limita apenas em contagens, medições de objetos, grandezas e técnicas de cálculos, ela também cria sistemas abstratos que se relacionam nos fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números sendo eles adjuntos ou não ao mundo físico e no desenvolvimento do pensamento computacional. Assim essa área precisa garantir que os alunos relacionem as observações feitas diariamente a representações (gráficos, tabelas, figuras, etc.)

matemáticas (conceitos e propriedades), visando à resolução e formulação de problemas em diferentes contextos.

Segundo Oliveira (2018) a BNCC não leva em consideração a estrutura e sequência que são os pilares básicos do currículo e que entre todas as áreas, somente a Matemática, é a mais satisfatória, pois a partir dela pode-se construir um currículo.

Observa-se na BNCC que o uso de recursos tecnológicos, como calculadora e computadores, são necessários para o ensino da Matemática durante a Educação Básica. Por esse motivo é necessário que os professores tenham conhecimentos fundamentais para que possam trabalhar de maneira segura com os Objetos de Conhecimentos (OC) que necessitam o uso de uma ferramenta digital.

Sobre as tecnologias digitais e a computação a BNCC descreve:

A preocupação com os impactos dessas transformações na sociedade está expressa na BNCC e se explicita já nas competências gerais para a Educação Básica. Diferentes dimensões que caracterizam a computação e as tecnologias digitais são tematizadas, tanto no que diz respeito a conhecimentos e habilidades quanto a atitudes e valores:

- pensamento computacional: envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos;
- mundo digital: envolve as aprendizagens relativas às formas de processar, transmitir e distribuir a informação de maneira segura e confiável em diferentes artefatos digitais – tanto físicos (computadores, celulares, *tablets* etc.) como virtuais (internet, redes sociais e nuvens de dados, entre outros) –, compreendendo a importância contemporânea de codificar, armazenar e proteger a informação; [...] (BNCC, 2017, p. 473-474).

Assim, a BNCC menciona que durante o ensino da Educação Básica, na área de Matemática, é necessário o uso de equipamentos tecnológicos para a

construção de algoritmos para que seja resolvido diferentes problemas e o uso de *softwares* prontos.

A cerca das Competências Gerais da Educação Básica sobre o uso de tecnologias digitais para o ensino, temos:

[...] 5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. [...] (BNCC, 2018, p. 9)

Dentre as competências específicas da matemática para o ensino fundamental a número cinco diz “[...] Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.” (BNCC, 2017, p. 267).

De acordo com as unidades temáticas, a BNCC (2017) faz algumas sugestões para o uso de ferramentas tecnológicas para qualificar o aprendizado do aluno. Em números, propõe o uso de calculadora nos anos iniciais do ensino fundamental para desenvolver diferentes estratégias na obtenção dos resultados, incluindo o cálculo mental e nos anos finais recomenda-se o uso de tecnologias digitais para o domínio cálculo de porcentagem, percentagem de percentagem, juros, descontos, acréscimos e de todo o conjunto numérico. O estudo da Álgebra contribui para o pensamento computacional dos alunos, pois precisam ser capazes de transformar situações-problemas em tabelas, gráficos e fórmulas, que podem ser associados com padrões, algoritmos e fluxogramas. Na Geometria recomenda-se o uso de *tablets*, computador e *softwares* como recurso tecnológico propõe o estudo de posição e deslocamento no espaço, formas e relações entre elementos de figuras espaciais e planas. Na Probabilidade e Estatística é interessante destacar o uso de calculadoras, planilhas eletrônicas e consultas em

sites como o IBGE para estudar a incerteza e fazer tratamentos dos dados.

A IMPORTÂNCIA DAS METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA

A aprendizagem de forma ativa envolve a aptidão do aluno de buscar, pensar, elaborar, entender e processar o que aprendeu. Logo, o modelo escolar em que o professor está na frente e os alunos sentados, em fileiras, para ouvir e repetir o que é dito pelo educador foi modificado. Novas formas de organização da sala de aula e na movimentação dos alunos e professores fazem parte da metodologia ativa, pois o aluno é o centro do progresso.

[...] Metodologias são grandes diretrizes que orientam os processos de ensino e aprendizagem e que se concretizam em estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas, diferenciadas. Metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada, híbrida. [...] (MORAN, 2017, p. 2)

Assim pode-se dizer que foram construídas várias metodologias de acordo com a necessidade da sua época. Atualmente tem-se falado no termo metodologias ativas que segundo Moran (2018) o destaque é o aluno no papel de protagonista, sendo ele o responsável pelo seu envolvimento direto, participativo e reflexivo nas etapas do processo de aprendizagem.

Buscando estimular o aluno a ser ativo no processo de ensino, segundo Giasson (2017) foram desenvolvidas vários tipos de metodologias ativas, como por exemplo *Problem Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Problema), *Project Based Learning* (Aprendizagem baseada em Projeto), *Team Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Equipe) e *Peer Instruction* (Aprendizagem por Pares), que se distinguem a medida que determinam suas táticas, abordagens e métodos, que podem ser utilizadas na sala de aula.

Segundo Moran (2015) um dos modelos mais atraentes de ensinar nos dias atuais é concentrar o ambiente virtual em informações básicas e deixar o ambiente escolar para as atividades criativas e supervisionadas, conhecido como sala de aula invertida. A combinação de aprendizagem por meio de desafios, jogos, situações problemas de acordo com o dia a dia, é importante para que os alunos aprendam juntos e no seu próprio ritmo. As aulas com linguagem de jogos estão mais presentes na vida escolar do aluno e para essa geração que tem hábito de jogar e são acostumadas com competições, recompensas e cooperação são atraentes e com maior facilidade de perceber o seu progresso de aprendizagem.

No que se refere ao professor, afirma-se que

[...] O papel do professor é mais o de curador e de orientador. Curador, que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível e ajuda a que os alunos encontrem sentido no mosaico de materiais e atividades disponíveis. Curador, no sentido também de cuidador: ele cuida de cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza, orienta e inspira. Orienta a classe, os grupos e a cada aluno. Ele tem que ser competente intelectualmente, afetivamente e gerencialmente (gestor de aprendizagens múltiplas e complexas). Isso exige profissionais melhores preparados, remunerados, valorizados. [...] (MORAN, 2015, p.24)

É importante que o professor tenha um conhecimento prévio dos seus alunos como suas dificuldades e perspectivas para que a partir disso ele possa orientá-los em suas escolhas. As tecnologias facilitam o acompanhamento para cada estudante, o uso de simulação para o ensino das aulas de matemática é um exemplo, onde o aluno aprende de forma interativa através de jogos envolvendo o conteúdo abordado.

De acordo com Freitas Filho (2008), uma simulação consiste em técnicas matemáticas em computadores na qual a sua finalidade é transcrever uma situação da vida real. Assim ela permite que a pessoa tenha a opção de manipular, conhecer ou modificar as relações em meio ao mundo real.

Com o uso dos simuladores os professores podem mostrar de maneira mais simples e eficiente como ocorre alguns fenômenos, fazendo com que o aluno tenha uma interação de maneira mais fácil com as atividades e experimentos.

SIMULAÇÕES DIGITAIS E APLICAÇÕES

Uma opção para o professor é o simulador PhET, criado em 2002 pelo projeto Physics Educacional Technology (PhET) da Universidade do Colorado, que tem a finalidade de desenvolver simulações para o ensino de Ciências, Matemática, Química e Física. O simulador possibilita aos professores inovar suas aulas, permitindo ao docente trabalhar na prática conceitos teóricos tornando o processo de ensino aprendizagem mais interativo.

Falchi, Fortunato (2018) diz que os tutores podem usar o PhET como ferramenta de ensino no laboratório de informática da escola, sem precisar utilizar a internet. Mais para isso terá que baixar os programas previamente e o computador a ser utilizado deve possuir algum destes aplicativos: Java, Flash ou HTML5, na qual permite armazenar aplicações da internet para uso off-line.

A plataforma PhET funciona de maneira simples, não sendo necessário login e senha para seu acesso, assim qualquer pessoa pode tem acesso rápido e fácil a seu conteúdo. Outra questão importante que facilita a sua utilização é que todas as simulações são disponibilizadas gratuitamente, sendo elas desenvolvidas para oferecer um ambiente aberto à exploração dos alunos. Desta forma o professor poderá utilizar a plataforma para fazer aulas expositivas, demonstrações, oficinas e até mesmo para montar suas próprias atividades. As simulações são separadas por nível de ensino e componente curricular, ficando a critério do professor escolher aquelas que são mais importantes para a sua respectiva aula.

Tabela 01: Relação dos temas dentro da Matemática abordados pelas simulações disponíveis no site da PhET. O número indica a quantidade de simulações que abordam o respectivo tema.

Tema	Número de Simulações
Área	5
Aritmética	2
Estimativa	1
Expressão	1
Fração	5
Função	3
Fourier	1
Gráfico	8
Grandezas e medidas	2
Igualdade	4
Integral e Derivada	1
Matemática Financeira	1
Número Inteiro	2
Período e Frequência	3
Probabilidade	1
Razão e Proporção	4
Trigonometria	1
Vetor	3

Fonte: Autor

Ao acessar a plataforma e a opção “simulações”, se tem acesso as disciplinas e ao clicar em uma delas você terá acesso a uma lista de simulações. Além de fornecer os programas que podem ser baixados ou incorporados, também fornece uma série de possibilidades de utilização para o professor aplicar em aula. Para o caso da Matemática, o site disponibiliza, no momento que foi realizada a análise para esse trabalho, 42 simulações (Tab. 01). Sendo que esse valor pode sofrer alteração no futuro, uma vez que periodicamente são ofertados novos programas. Apesar de uma grande diversidade, o site não possui simulações direcionadas para todas as áreas dentro da Matemática, mas isso não minimiza a sua importância no apoio ao docente.

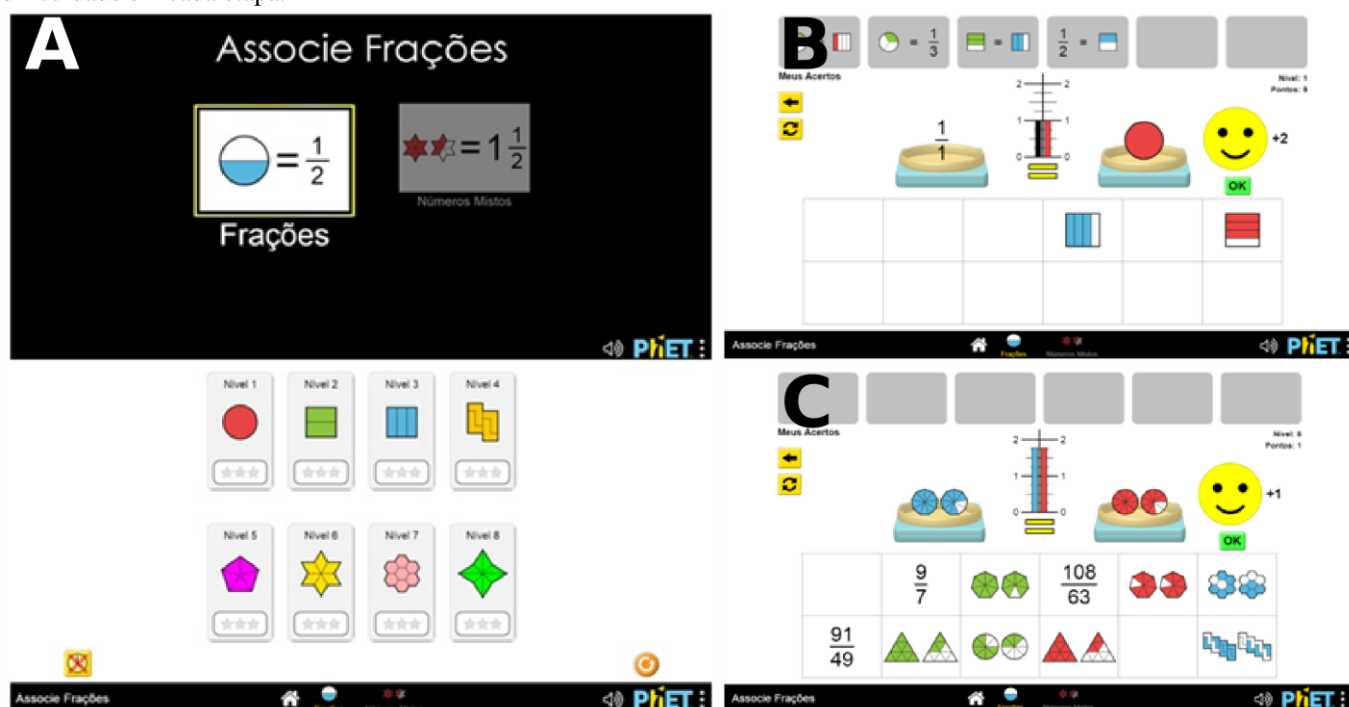
Um exemplo de simulação disponível na plataforma é a chamada de Associe Frações (PhET, 2020) que pode ser utilizada para auxiliar o professor

que atua na primeira fase do ensino fundamental. Na página onde se pode ter acesso ao programa, no *link* “PARA PROFESSORES” é possível encontrar propostas de utilização deste aplicativo feita por outros professores. Porém, uma possível desvantagem na utilização dessa simulação é que necessita estar conectada a internet para ser utilizada. Mas existem outros programas que podem ser baixados e funcionam sem a necessidade de estarem conectados.

O programa Associe Frações foi desenvolvido para trabalhar o conceito de fração e apresenta duas modalidades: fração e números mistos, sendo que cada modalidade apresenta oito níveis de

dificuldade diferentes (Fig. 01A), em cada nível o usuário pode ou não optar pelo uso do relógio. O programa permite até duas tentativas para responder corretamente caso não consiga, será dada a opção para verificar a resposta correta. O usuário pode iniciar o jogo em qualquer um dos níveis, onde o nível 1 apresenta associações de frações por meio de figuras mais simples e números menores (Fig. 01B). Conforme vai aumentando o nível, as figuras ficam mais complexas e números maiores (Fig. 01C). Conforme o usuário acerta a comparação entre as frações ele vai pontuando.

Figura 1. (A) Na tela inicial da simulação Associe Frações pode se ter acesso a dois módulos, onde cada um apresenta oito níveis de dificuldades. Para a modalidade de frações o (B) nível 1 e o (C) nível 8 estão apresentados para comparar o grau de dificuldade em cada etapa.



Fonte: PhET (2020).

Uma boa opção para o uso do Associe Frações seria propor desafios, como uma pequena gincana entre os alunos. Previamente o professor faria a exposição dos conceitos básicos de fração e apresentaria o aplicativo. Depois desse momento daria um tempo para que os alunos conhecessem a simulação, aproximadamente, 5 minutos ou conforme o planejamento do professor. Após essa fase a turma é

dividida em pequenos grupos que terão um tempo limitado para elaborar desafios a serem resolvidos utilizando o programa para depois entregar ao professor. Sendo importante ressaltar que o docente pode incluir outras regras que facilitem atingir os objetivos propostos em seu planejamento. Para esse processo é importante limitar o tempo de realização.

Após a fase de elaboração, o docente deverá expor todos os desafios elaborados e dará um tempo para que os grupos resolvam o máximo de problemas diferentes do que eles proporão. Ganharia o grupo que resolvesse o maior número de problemas e o que propôs o desafio melhor elaborado. No entanto, para o professor atingir os objetivos propostos nesta atividade ele necessitará analisar a sua turma no intuito de propor o tempo de cada ação e os combinados a serem feitos. Em outras palavras, o planejamento da aula é indispensável para ser garantir um bom aprendizado dos alunos.

Essa ação se encaixa como uma metodologia ativa e fará com que os alunos tenham a capacidade de explorar, pensar, experimentar, trabalhar em equipe e partir disso farão conexões por conta própria com o uso do simulador, além de enriquecer o trabalho em equipe e as discussões entre os alunos sobre o conteúdo estudado.

CONCLUSÃO

A BNCC é um documento que abrange as competências e habilidades da Educação Básica, e que na área de Matemática não se limita apenas em técnicas, medições e grandezas, mas relaciona alguns fenômenos como o pensamento computacional. Onde o uso de recursos tecnológicos, como o computador, é importante para o ensino na Educação Básica. Porém, é necessário que os professores tenham um conhecimento básico para que possam trabalhar com as ferramentas digitais.

Pode-se observar que o uso do simulador PhET como sugestão para a melhora das aulas, não só de Matemática mas também para as disciplinas de Ciências como Biologia, Física e Química, se mostrou um recurso importante e viável ao professor. Esse recurso permite o docente inovar suas aulas e fazer com que seus alunos interagem entre si. Servindo também de incentivo para o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TIDC), além de ser uma

ótima maneira de chamar a atenção dos alunos, mesmo que eles não entendam o que é uma simulação.

Segundo Moran (2017) o destaque na Metodologia Ativa é o aluno no papel de protagonista, sendo ele o responsável pelo seu envolvimento direto, participativo e reflexivo nas etapas do processo de aprendizagem. Com isso o uso de jogos através de *softwares*, desafios e situações problemas de acordo com o dia a dia tem sido um método para facilitar o processo de aprendizagem. Mais para que isso ocorra efetivamente é necessário um bom planejamento por parte do professor.

Espero que este trabalho sirva aos professores e também aos graduandos para que possam fazer o uso de simuladores na prática educativa visando buscar novos meios para alcançar os objetivos pedagógicos.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

ALVES, Cristiane da Cunha; HECKLER, Valmir. TDIC na Formação de Professores em Ciências e Matemática: interlocuções com estudos brasileiros. **Revista Insignare Scientia-RIS**, Vol. 1, n. 2. Mai./Ago. 2018.

BRASIL. MEC - Ministério da Educação (Org.). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

BULGRAEN, Vanessa C..O papel do professor e sua mediação nos processos de elaboração do conhecimento. **Revista conteúdo**, Capivari, v.1, n.4, ago./dez. 2010.

FALCHI, Lilian de Fatima Oliveira; FORTUNATO, Ivan. Simulador PHET e o ensino da tabuada na educação básica: relato de experiência. **Revista online de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, v. 22, n. 1, p. 439-452, jan./abr., 2018. E-ISSN:1519- 9029. DOI: 10.22633/rpge.v22.n.1.2018.10672.

FREITAS FILHO, P. J. Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em ARENA, 2ª ed. Florianópolis: Visualbooks, 2008.

FERRARINI, Rosilei; SAHEB, Daniele; TORRES, Patricia Lupion. Metodologias ativas e tecnologias digitais: aproximações e distinções. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 57, n. 52, p. 1-30, abr./jun. 2019.

FIGUEREDO, Ana Paula Silva; SILVA, Damione Damito Sanches Sigalas Dameão da; JUNIOR, Luiz Carlos Pinheiro; AMARAL, Mirela Campos do. **Intermediação da BNCC através do uso das TDICS na sala de aula do ensino fundamental: Matemática e Língua portuguesa**. 2018. Disponível em: <https://www.lantec.fe.unicamp.br/pf-lantec/n4.art5_.pdf>. Acesso em 11 jun. 2020.

GIORDANO, Cassio Cristiano; SILVA, Danilo Saes Corrêa da. Metodologias ativas em Educação Matemática: a abordagem por meio de projetos na Educação Estatística. **Rev. Prod. Disc. Educ. Matem.**, São Paulo, v.6, n.2, pp. 78-89, 2017. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/pdemat/article/view/35422/24249>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

JAVARONI, Sueli Liberatti; ZAMPIERI, Maria Teresa. O Uso das TIC nas Práticas dos Professores de Matemática da Rede Básica de Ensino: o projeto Mapeamento e seus desdobramentos. **Bolema**, Rio Claro (SP), dez. 2015. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/1980-4415v29n53a11>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

MARTINS, Ernani Rosa. **Informática na educação e suas tecnologias [recurso eletrônico]**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. 33p.

MORAN, José. Metodologias ativas e Modelos híbridos na educação. **Novas Tecnologias Digitais: Reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento**, Curitiba: CRV, 2017, p.23-35.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Coleção Mídias Contemporâneas. 2015. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020.

OLIVEIRA, João Batista. **Fraturas na Base: Fragilidades estruturais da BNCC – a Base Nacional Curricular Comum**. 1 ed. Brasília (DF): IAB, 2018. 122p.

SIMULADOR PhET. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/> Acesso em: 11 jun. 2020.