

UTILIZAÇÃO DE SIMULADORES VIRTUAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA

USE OF VIRTUAL SIMULATORS IN MATHEMATICS TEACHING

USO DE SIMULADORES VIRTUALES EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Magno de Oliveira Santos ¹

RESUMO: O presente trabalho apresenta uma breve discussão sobre a utilização de simuladores virtuais como ferramenta didática para auxiliar no ensino-aprendizagem de matemática. Os objetivos fundamentais deste texto foram a apresentação e a utilização de simuladores virtuais como um recurso pedagógico e a verificação da eficácia destes recursos em sala de aula. Para cumprir os objetivos apresentados foi necessária a utilização de pesquisa bibliográfica e de documentos norteadores do Ministério da Educação. O trabalho em questão tem caráter qualitativo e quantitativo, visto que pretende não só trazer resultado por meio de análise das percepções dos alunos, mas também trazer números que representem tanto a satisfação dos estudantes, quanto uma verificação de aprendizado através da realização de questionários antes de depois da utilização dos simuladores. Durante a pesquisa verificou-se que boa parte dos alunos tem dificuldade intensa ou moderada em relação ao assunto que envolve o aprendizado de funções, expressões algébricas e equações, por esse motivo a aplicação dos simuladores se voltou para esse tema. Mediante a introdução dos simuladores nas aulas de matemática, percebeu-se que a totalidade dos alunos que faziam parte da mostra apresentou uma melhora significativa no entendimento dos conceitos fundamentais, o que não foi possível com a metodologia comumente utilizada pelo professor. Deste modo, o trabalho foi efetivo em apresentar esses novos recursos e verificar suas potencialidades.

Palavras-chave: Aprendizagem. Simulador. Matemática. Virtual.

ABSTRACT: The present work presents a brief discussion about the use of virtual simulators as a didactic tool to assist in the teaching and learning of mathematics. The fundamental objectives of this text were the presentation and use of virtual simulators as a pedagogical resource and the verification of the effectiveness of these resources in the classroom. In order to fulfill the objectives presented, it was necessary to use bibliographical research and guiding documents from the Ministry of Education. The work in question has a qualitative and quantitative character, since it intends not only to bring results through the analysis of the students' perceptions, but also to bring numbers that represent both the students' satisfaction and a verification of learning through the completion of questionnaires before after using the simulators. During the research it was verified that most of the students have intense or moderate difficulty in relation to the subject that involves learning functions, algebraic expressions and equations, for this reason the application of the simulators turned to this theme. Through the introduction of simulators in mathematics

¹ Licenciado em Matemática, Licenciado em Física, Bacharel em Engenharia Civil, Professor da rede privada ensino superior e médio, projetista de estruturas metálicas. E-MAIL: eng.magnooliveira@gmail.com.

classes, it was noticed that all the students who were part of the sample showed a significant improvement in the understanding of fundamental concepts, which was not possible with the methodology commonly used by the teacher. In this way, the work was effective in presenting these new resources and verifying their potential.

Keywords: Learning. Simulator. Mathematics. Virtual.

RESUMEN: Este trabajo presenta una breve discusión sobre el uso de simuladores virtuales como herramienta de enseñanza para ayudar en la enseñanza-aprendizaje de matemáticas. Los objetivos clave de este texto fueron la presentación y uso de simuladores virtuales como recurso pedagógico y la verificación de la eficacia de estos recursos en el aula. Para cumplir los objetivos presentados fue necesario utilizar la investigación bibliográfica y los documentos que guían al Ministerio de Educación. El trabajo en cuestión tiene carácter cualitativo y cuantitativo, ya que pretende no sólo aportar resultados a través del análisis de las percepciones de los estudiantes, sino también aportar números que representen tanto la satisfacción de los estudiantes, como una verificación de aprendizaje a través de la realización de cuestionarios antes del uso de los simuladores. Durante la investigación se encontró que la mayoría de los estudiantes tienen dificultad intensa o moderada en relación con el tema que implica el aprendizaje de funciones, expresiones algebraicas y ecuaciones, por lo que la aplicación de los simuladores se volvió a este tema. Al introducir los simuladores en las clases de matemáticas, se dio cuenta de que el conjunto de los alumnos que formaban parte de la exposición presentaba una mejora significativa en la comprensión de los conceptos fundamentales, lo que no era posible con la metodología utilizada comúnmente por el profesor. Así, el trabajo fue eficaz para presentar estos nuevos recursos y verificar su potencial

Palabras-clave: Aprendizaje. Simulador. Math, virtual.

INTRODUÇÃO

No contexto atual, a tecnologia permeia todos os espaços da vida do ser humano, desde a produção agrícola até a utilização de robôs para explorar planetas do sistema solar. Diante deste contexto de amplas possibilidades, observa-se que os alunos, considerados o público alvo dessa dinâmica, estão cada vez mais imersos em um mundo tecnológico, no qual a informação aparece de forma dinâmica e descentralizada, logo, as aulas ministradas de forma tradicional, quadro negro e giz, perdem cada vez mais a atratividade.

A situação de pandemia global trouxe um cenário novo e desafiador para os profissionais da educação que precisaram se reinventar e absorver, em pouco tempo, uma grande quantidade de técnicas e de tecnologias para possibilitar o ensino virtual. Assim, os simuladores virtuais surgem como mais uma ferramenta para melhorar o aprendizado e evitar que as aulas se tornem monótonas e cansativas.

Os simuladores virtuais têm o potencial de aprimorar as práticas de ensino, transformando o processo de aprendizagem, permitindo aulas interativas e animadas nas quais fenômenos e situações do mundo material podem ser construídas e manipuladas, de forma muito simples, o que facilita o entendimento e a relação com as disciplinas que requerem do aluno a leitura do mundo natural através de números e fórmulas.

Desta forma, a Matemática, que muitas vezes se resume em memorizar procedimentos e fórmulas, passa a ter um real papel como ferramenta para a compreensão do mundo, já que os simuladores conseguem apresentar na prática os resultados dos cálculos e abstrações.

Deste modo, o presente artigo apresenta reflexões sobre a contribuição de simuladores virtuais para a aprendizagem no ensino de Matemática. Seja o ensino virtual ou presencial, deseja-se verificar as potencialidades desta ferramenta para o processo de aprendizagem e contribuir com dados e informações que possam ser utilizados por educadores e demais profissionais da educação.

Assim, este trabalho tem como objetivo trazer uma apresentação rápida sobre os simuladores de funções, expressões algébricas e equações, além de aplicá-los em aula, especificamente, nos ambientes do portal *Portal Interactive Simulations* (PhET), que são gratuitos e de fácil utilização. Após a aplicação, será feita uma pesquisa com os alunos para saber como a utilização destes ambientes afetou o processo de aprendizagem.

O presente artigo está alicerçado na utilização de pesquisa bibliográfica, a qual foi utilizada por considerar que a principal vantagem deste tipo de pesquisa consiste no:

... fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço. Por exemplo, seria impossível a um pesquisador percorrer todo o território brasileiro em busca de dados sobre população ou renda per capita; todavia, se tem a sua disposição uma bibliografia adequada, não tem maiores obstáculos para contar com as informações requeridas. (GIL, 2002, p. 3).

Assim, foram utilizados UNEB, Salvador.v.6, n10, jan – jun. de 2023 - ISSN 2595-9980, além de pesquisas recentes e autores já consagrados que respaldam a construção do texto. A pesquisa tem caráter qualitativo e quantitativo, quali-quantitativo, visto que se pretende não só trazer resultado por meio de análise das percepções dos alunos, mas

também trazer números que representem tanto a satisfação dos estudantes, quanto uma verificação de aprendizado através da aplicação de questionários antes e depois da utilização dos simuladores aplicados em um assunto específico.

Devido à situação de pandemia global, as investigações se deram por meio virtual, com a utilização de notebook, aplicativos google meet e google formulários, além de conexão com internet. A população estudada é constituída por alunos do Ensino Médio dos turnos vespertinos e como amostra foi selecionada aleatoriamente, uma das turmas para a aplicação dos questionários e desenvolvimento da investigação.

2 ENSINO DE MATEMÁTICA E CIDADANIA

De acordo com Fragoso (2001) excetuando-se alguns casos individuais, verificamos que o medo da matemática surge e se alastra muito rápido como uma epidemia já nos bancos da escola e se mostra contagioso. Nesse contexto a matemática é tida como uma disciplina difícil permeada por grandes dificuldades, tanto para o aprendizado quanto para o ensino, pois existe um estigma muito forte que é internalizado e absorvido, inadvertidamente, por alunos e também por professores o que promove a construção de uma sensação de insegurança e medo.

Bessa (2007) mostra que as dificuldades podem estar ligadas ao professor, quanto às metodologias e às práticas pedagógicas, ao desinteresse do aluno pela disciplina, à falta de projetos escolares que estimulem o aprendizado do aluno, às condições físicas insuficientes e à falta de suporte da família. Fiorentini (2008) corrobora com o primeiro parágrafo ao afirmar que já na formação dos alunos-docentes, ingressantes nos cursos de formação de professores, crenças e atitudes negativas e preconceituosas sobre a matemática já se fazem presentes o que é fruto do fracasso escolar e da imagem de que a matemática é difícil e que nem todos são capazes de aprendê-la.

A matemática, muitas vezes, se resume em memorizar procedimentos e fórmulas o que promove um ensino deficiente e quase que inabilita o estudante a usar todas as potencialidades da matemática para compreender melhor o mundo à sua volta. Assim, é preciso repensar certas ideias que predominam sobre o significado da avaliação em

Matemática, ou seja, as que concebem como prioritário avaliar apenas se os alunos memorizam as regras e esquemas (BRASIL, 1998).

Nesse sentido, vale destacar as competências específicas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), segundo as quais: “a matemática é uma ciência viva que deve contribuir para solucionar problemas científicos e tecnológicos, alicerçando descobertas e construções, além de desenvolver e discutir problemas de urgência social” (BRASIL, 2018, p. 267).

Desse modo, é importante compreender o que propõe a Resolução nº 7, de 14 de dezembro de 2010, que fixa as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental, para o desenvolvimento pleno do potencial humano e o direito à educação que é entendido como:

... um direito inalienável do ser humano constitui o fundamento maior destas Diretrizes. A educação, ao proporcionar o desenvolvimento do potencial humano, permite o exercício dos direitos civis, políticos, sociais e do direito à diferença, sendo ela mesma também um direito social, e possibilita a formação cidadã e o usufruto dos bens sociais e culturais (BRASIL, 2010, p. 1).

Dentro desse contexto, para que seja possível que o cidadão possa apropria-se dos seus direitos e participar ativamente dos processos sociais é necessário que o ensino de matemática não seja voltado apenas para a memorização de procedimentos e operações matemáticas, visto que é preciso transcender a transmissão do conhecimento formal. Além disso, a distância do que se aprende na escola e o que se evidencia na vida cotidiana deve ser reduzida. Sobre esse viés, Cavalcante (s/d) alerta que o que se aprende na escola parece não se relacionar com o que é vivido e o estudante com raras exceções recebe informações que visem o desenvolvimento da cidadania.

3 SIMULADORES VITUAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Os simuladores virtuais apresentados neste trabalho são uma coleção de recursos educacionais interativos, laboratórios e jogos, em plataforma *web* desenvolvidos pela Universidade do Colorado Boulder, nos Estados Unidos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):

Em disciplinas como matemática, ter uma ferramenta que forneça de forma direta a relação entre o abstrato e o mundo real é de grande importância, pois muitas vezes o saber matemático não se tem apresentado ao aluno como um conjunto de conceitos inter-relacionados, que lhes permite resolver um conjunto de problemas, mas como um interminável discurso simbólico, abstrato e incompreensível. Nesse caso, a concepção de ensino e aprendizagem subjacente é a de que o aluno aprende por reprodução/imitação (BRASIL, 1998, p. 40).

Nessa premissa, Parzianello e Maman (2010) ressaltam que os simuladores virtuais têm esse poder de trazer fenômenos da natureza para um ambiente controlado o que possibilita ao próprio aluno modificar parâmetros e verificar os resultados em tempo real, permitindo que o estudante construa uma relação entre o fenômeno natural e a linguagem utilizada para descrevê-lo. Com isso, observa-se que os recursos tecnológicos atraem os estudantes e permitem que estes se sintam capazes de aprender de forma autônoma, ou seja, participem como protagonistas do próprio aprendizado.

3.1 A IMPLANTAÇÃO DE SIMULADORES VIRTUAIS

A utilização de simuladores virtuais não traz muitas complicações, pois, no geral, são disponibilizados em plataformas *web* que utilizam de recursos já presentes em praticamente todos os navegadores atuais. Contudo, um dos principais problemas, que pode parecer bastante trivial dado o entrelaçamento das relações com a tecnologia, é a falta de recursos simples, como internet banda larga em muitas escolas.

Por outro lado, de acordo com Seegger; Canes e Garcia (2012), não adianta as escolas disponibilizarem o acesso a tecnologias e ambientes virtuais se os professores não se apropriarem dessa tecnologia para atuarem como mediadores, utilizando efetivamente todo o potencial dessas ferramentas. Além disso, a familiaridade do professor com esses recursos a partir da formação continuada do quadro docente é tão importante quanto a presença destas tecnologias.

3.2 SIMULADORES VIRTUAIS PHET

No mercado, são apresentados alguns simuladores e laboratórios virtuais para serem utilizados no ensino de diversas disciplinas, como química, matemática e física. Por conta da facilidade de acesso, há uma diversidade de ferramentas, com grande

quantidade de temas abrangidos. Entre estes recursos, deu-se preferência ao *Portal Interactive Simulations* (PhET).

O PhET foi fundado pelo físico estadunidense Carl Wieman, que recebeu o prêmio Nobel de física em 2001, por sua pesquisa sobre um estado especial da matéria. O PhET segue como projeto da Universidade do Colorado e é responsável pela construção de diversos simuladores para matemática e ciências, os quais são baseados em extensas pesquisas em ambiente escolar, promovendo um recurso muito bem alicerçado e com resultados comprovados.

Uma característica interessante dos simuladores PhET é apresentar compatibilidade com Flash, Java e HTML5, possibilitando aos simuladores funcionar na maioria dos navegadores. Outra grande característica é poder executar o download do arquivo, possibilitando a utilização off-line, ou seja, mesmo que na escola não tenha internet, é possível baixar e transportar o simulador, transpondo, assim, um dos problemas de implantação apresentados anteriormente.

Além de ser gratuitos, os simuladores PhET apresentam ambiente interativo e muitos são apresentados com fases ou níveis de dificuldade, trazendo a ideia de gamificação o que desperta nos alunos grande interesse pelo conteúdo e garante uma aula mais dinâmica.

Cada simulador apresenta uma descrição clara do conteúdo e dos objetivos de aprendizagem relacionados, além de um tópico específico destinado aos professores no qual é dada uma visão geral dos controles e exemplos de utilização. Para completar as informações acerca do simulador, é apresentado um vídeo tutorial, além de planos de aula elaborados para aplicação desses ambientes.

4 GAMIFICAÇÃO

Na sociedade atual, a quantidade de informações e a velocidade com que elas chegam até as pessoas, mudaram radicalmente o modo de interagir com o meio e as respostas a situações do cotidiano, principalmente entre os adolescentes que, no geral, se situam na faixa mais atingida por este enorme volume de dados. Depois da chegada da cibercultura, os estudantes não se contentam mais em ficar parados em uma sala de aula,

recebendo informações, pois eles querem explorar, desenvolver e agir como protagonistas daquilo que estão aprendendo.

Os jogos evoluíram muito nas últimas décadas e se transformaram em um bem de consumo e espaço cultural desejado por jovens e adultos, principalmente os jogos digitais. Hoje é possível, por exemplo, interagir com elementos de planetas distantes, virtualmente falando, através da utilização de óculos de realidade virtual ou participar de simulações de guerras com pessoas do mundo todo.

A utilização de jogos como meio de aproximar as pessoas ou como forma de transmitir conhecimento não é algo novo. Kishimoto (1993), em seu estudo sobre a história dos jogos, mostra que o jogo é:

Considerado como parte da cultura popular, o jogo tradicional guarda a produção cultural de um povo em certo período histórico. Essa cultura não oficial, desenvolvida, sobretudo, pela oralidade, não fica cristalizada. Está sempre em transformação, incorporando criações anônimas das gerações que vão se sucedendo (KISHIMOTO, 1993, p. 15).

Deste modo, o jogo é entendido como parte intrínseca da cultura de um povo, sendo assim, um meio de transmissão de informação e uma forma de reunir pessoas em um ambiente no qual haja interação. Para Busarello et. al (2014), a gamificação tem como principal motivação a apropriação de elementos de jogos aplicados em contextos que não são necessariamente focados em jogos, mas com a intenção de promover a motivação e o comportamento do indivíduo. A gamificação tem se tornado uma ferramenta promissora para a educação, visto que insere elementos da educação tradicional em um ambiente que desafia e motiva os estudantes.

5 INICIANDO A INVESTIGAÇÃO

Separou-se uma turma aleatória do ensino médio para realizar a pesquisa. A população selecionada para o primeiro questionário foi de 34 alunos, do 1º ano do Ensino Médio. Para não interferir na rotina dos estudantes, foi escolhido um dia fora do calendário de aula, por esse motivo, apenas 10 alunos puderam assistir à aplicação dos simuladores. O primeiro procedimento da pesquisa gira em torno da realização de dois

questionários, um objetivo e outro subjetivo, antes da aplicação dos simuladores virtuais, para os alunos e professor, pois, assim, foi possível comparar os resultados após a aplicação destes ambientes.

No segundo momento, os simuladores virtuais foram apresentados ao professor para facilitar a implementação, posteriormente, os alunos foram orientados sobre como utilizá-los. Nesse momento, a orientação ao professor foi fundamental, visto que o docente não tinha conhecimento sobre a aplicação dos simuladores para o ensino de matemática, já os alunos não tiveram grandes dificuldades ao utilizar os ambientes virtuais, já que estão familiarizados com plataformas que apresentam o mesmo leiaute.

No final da pesquisa, após todos os dados do primeiro momento serem coletados e as orientações serem passadas, o professor aplicou o conteúdo de funções e equações, que já tinha sido apresentado em um momento anterior à pesquisa. Os resultados e as discussões acerca das informações obtidas serão discutidos posteriormente.

A aproximação com a escola foi facilitada por meio da coordenação pedagógica que prontamente se disponibilizou a fazer parte do estudo. Para preservar a imagem da instituição e dos alunos, não foi permitida a divulgação de nomes e de imagens. O professor que fez a pesquisa já conhecia todo o ambiente, rotina e quadro de funcionários, visto que também é professor da instituição.

A carga horária foi discutida com o professor da disciplina de matemática, de forma a adequar o conteúdo às peculiaridades da turma e à disponibilidade dos horários. Assim, foi fixada uma carga horaria de três horas aulas de cinquenta minutos com um intervalo de dez minutos entre cada aula, perfazendo um total de 150 minutos de aula e 20 minutos de intervalo.

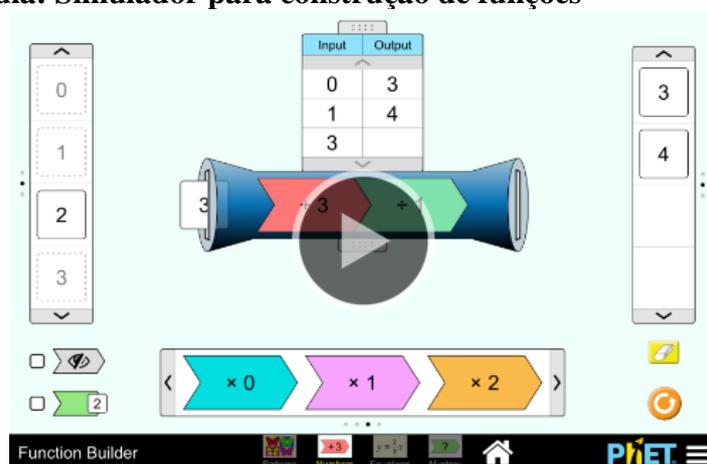
No dia da aplicação dos simuladores, foram adotados alguns procedimentos para tornar mais relevantes os dados obtidos, conforme descrito a seguir:

- Todos os alunos mantinham a câmera ligada, assim como numa aula normal;
- Durante a intervenção, o pesquisador acompanhou todo o processo para sanar eventuais dúvidas e resolver problemas de acesso e execução dos simuladores;
- Os alunos tinham total liberdade para intervir a qualquer momento para tirar dúvidas.

Na primeira aula, foi aplicado o simulador para construção de funções, esta aula teve os seguintes objetivos:

- Definir uma função como regra relativa a cada entrada para exatamente uma saída e, previsivelmente, agindo em entradas;
- Prever saídas de uma função usando entradas dadas;
- Compor funções para criar uma nova função;
- Interpretar, comparar e traduzir entre múltiplas representações de uma função algébrica.

Figura 1 – 1ª aula: Simulador para construção de funções



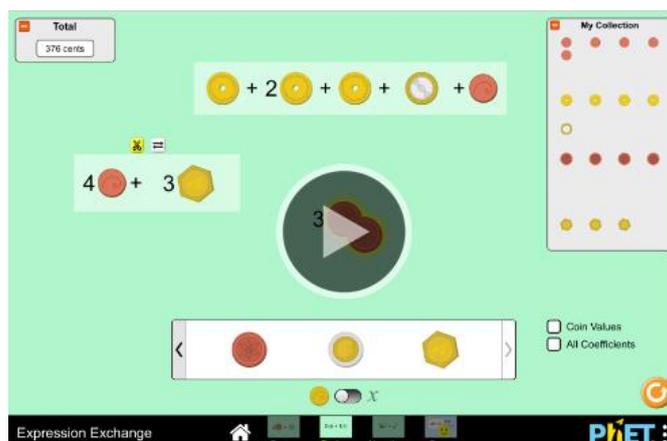
Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Alguns dos simuladores apresentam jogos no final do roteiro de aulas o que manteve os alunos bastante empolgados.

Na segunda aula, foi aplicado o simulador para construção de expressões. Esta aula teve os seguintes objetivos:

- Simplificar expressões, combinando termos semelhantes;
- Contextualizar os coeficientes e os termos similares/diferentes;
- Interpretar uma expressão em representações abstratas e concretas;
- Criar uma expressão que seja equivalente a um alvo.

Figura 2 – 2ª Aula: Simulador para construção de expressões



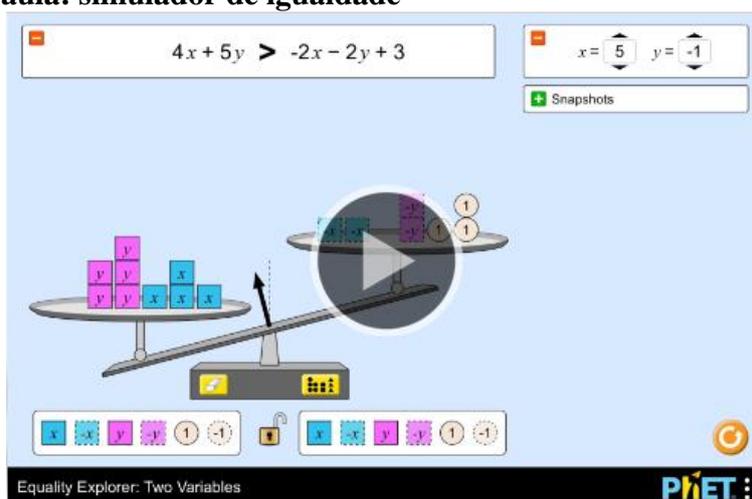
Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Assim como no primeiro momento, não ocorreu nenhum problema na aplicação do segundo simulador.

Na terceira aula, foi aplicado o simulador de igualdade que será utilizado para tratar o entendimento conceitual de equações. Esta aula teve os seguintes objetivos:

- Resolver e manipular equações algébricas, substituindo valores diferentes por uma variável;
- Usar um modelo de balança para resolver uma equação para um valor desconhecido e justificar suas estratégias para resolver;
- Construir um sistema de equações;
- Determinar a solução do conjunto de um sistema de equações.

Figura 3 – 3ª aula: simulador de igualdade



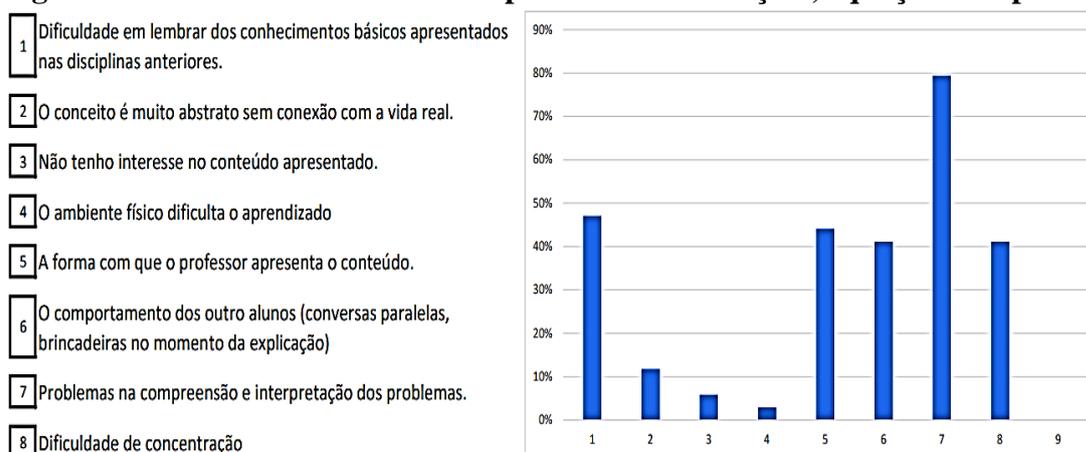
Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Igualmente ao primeiro e ao segundo momento, não ocorreram problemas na aplicação do terceiro simulador.

6 RESULTADOS

Os simuladores foram aplicados com sucesso e os dados foram recolhidos para análise. No primeiro momento, foi obtido um quadro geral sobre as dificuldades dos estudantes em relação aos conteúdos funções, expressões algébricas e equações, conforme apresentado na figura 4:

Figura 4 – Nível de dificuldades no aprendizado de funções, equações e expressões.



Fonte: os autores (2023)

De acordo com o gráfico apresentado na figura 1, pode-se perceber que a maioria dos entrevistados apresenta problemas na compreensão e na interpretação dos problemas, além de dificuldades em relembrar conhecimentos basilares. Observou-se também que a interação com o professor e com os colegas concentra boa parte dos problemas de aprendizado, segundo os entrevistados.

6.1 Dificuldades apresentadas na disciplina

Tentando compreender melhor o problema, foi aplicado um questionário mais subjetivo, com a intensão de focar na resposta individual dos estudantes. Ao serem questionados sobre qual a maior barreira para aprender matemática, algumas respostas, mostradas abaixo, chamaram nossa atenção.

Acho que por ser um assunto que eu não gosto tanto, eu acabo me interessando menos e entendendo menos também (Aluno A).
Bloqueio mental. Dificuldade de raciocínio (Aluno B).
Falta de dedicação ou ânimo para estudar (Aluno C).
Falta de concentração e de foco (Aluno D).

É possível notar que os alunos não se sentem motivados em aprender a disciplina e não conseguem manter o foco, quando estão estudando. O momento de pandemia que vivenciado e a falta do ambiente escolar, sala de aula, que, no geral, tende a concentrar o foco do aluno, muitos dos estudantes estão apresentando problemas relacionados à concentração. Aliado essa situação, estão as dificuldades apresentadas anteriormente pelos alunos, sendo que o problema tende a se agravar.

Mesmo com todas as dificuldades e barreiras apresentadas, todos os alunos compreendem que o estudo da matemática é importante para a sua vida pessoal e profissional. Quando questionado se acredita que a matemática será útil para sua vida, um aluno respondeu o seguinte: "simmm, não quero seguir carreira na área de exatas, mas vou usar muito exatas pra chegar onde eu quero, então sim. Definitivamente muito útil".

6.2 Dificuldades apresentadas no conteúdo de funções

Como o número de alunos com dificuldades no assunto de função foi muito expressivo, resolveu-se investigar melhor quais os motivos do conteúdo provocar tantas dúvidas. Neste momento, foi necessária uma observação atenta acerca de alguns exercícios resolvidos pelos alunos, pois eles apresentavam certo padrão de erros ao resolver as funções.

No geral, os alunos demonstraram grande dificuldade na compreensão do significado dos coeficientes das funções e, muitas vezes, não conseguiram relacionar a

função algébrica ao gráfico da função, além de apresentarem dificuldades básicas na manipulação de equações.

Esta situação pode ser resultado do que é mostrado em Resende e Mesquita (2013) quando afirmam que a falta de base, ou seja, a falta do conhecimento dos conteúdos apresentados nos anos escolares anteriores e a falta de interesse e motivação são os maiores responsáveis por essas dificuldades em aprender funções.

6.3 Resultados pós-aplicação dos simuladores

Ao aplicarmos os simuladores virtuais, os alunos se mostraram bastante interessados, visto que eles mesmos podiam interagir com o ambiente virtual o que os manteve focados na aula. Notou-se que mesmo com a explanação anterior, utilizando o quadro digital e seguindo o método comum, os alunos não conseguiam entender como alteração de cada um dos valores poderia provocar mudanças no gráfico, ou como os valores podiam “passar” de um lado para o outro das equações e expressões.

Assim que aplicamos os simuladores e os estudantes podiam ver em tempo real o que a variação de cada um dos coeficientes provocava, como a ideia de equilíbrio se aplica às equações, rapidamente, eles conseguiram absorver a ideia central do assunto.

Os simuladores PhET não apresentam apenas gráficos e números, ou seja, a parte mais formal da matemática, mas apresentam também a utilização de objetos do cotidiano, como pessoas, animais, formas geométricas variadas, fenômenos físicos simples e complexos o que aliados a um visual simples, mas chamativo, convida o aluno a aprender brincando.

Após a aplicação dos simuladores, além de alguns exercícios de verificação, questionamos os alunos sobre o que eles acharam da aplicação dos ambientes virtuais e as respostas foram animadoras, segue o que os alunos responderam:

Ajuda, com certeza é muito bom e dinâmico para aprender a parte Deste modo, o jogo é entendido como parte intrínseca da cultura de um povo, sendo assim, um meio de transmissão de informação e uma forma de reunir pessoas em um ambiente no qual haja interação.

Para Busarello et. al (2014), a gamificação tem como principal motivação a apropriação de elementos de jogos aplicados em contextos que não são necessariamente focados em jogos, mas com a intenção de promover a motivação e o comportamento do

indivíduo. A gamificação tem se tornado uma ferramenta promissora para a educação, visto que insere elementos da educação tradicional em um ambiente que desafia e motiva os estudantes.

5 INICIANDO A INVESTIGAÇÃO

Separou-se uma turma aleatória do ensino médio para realizar a pesquisa. A população selecionada para o primeiro questionário foi de 34 alunos, do 1º ano do Ensino Médio. Para não interferir na rotina dos estudantes, foi escolhido um dia fora do calendário de aula, por esse motivo, apenas 10 alunos puderam assistir à aplicação dos simuladores. O primeiro procedimento da pesquisa gira em torno da realização de dois questionários, um objetivo e outro subjetivo, antes da aplicação dos simuladores virtuais, para os alunos e professor, pois, assim, foi possível comparar os resultados após a aplicação destes ambientes.

No segundo momento, os simuladores virtuais foram apresentados ao professor para facilitar a implementação, posteriormente, os alunos foram orientados sobre como utilizá-los. Nesse momento, a orientação ao professor foi fundamental, visto que o docente não tinha conhecimento sobre a aplicação dos simuladores para o ensino de matemática, já os alunos não tiveram grandes dificuldades ao utilizar os ambientes virtuais, já que estão familiarizados com plataformas que apresentam o mesmo leiaute.

No final da pesquisa, após todos os dados do primeiro momento serem coletados e as orientações serem passadas, o professor aplicou o conteúdo de funções e equações, que já tinha sido apresentado em um momento anterior à pesquisa. Os resultados e as discussões acerca das informações obtidas serão discutidos posteriormente.

A aproximação com a escola foi facilitada por meio da coordenação pedagógica que prontamente se disponibilizou a fazer parte do estudo. Para preservar a imagem da instituição e dos alunos, não foi permitida a divulgação de nomes e de imagens. O professor que fez a pesquisa já conhecia todo o ambiente, rotina e quadro de funcionários, visto que também é professor da instituição.

A carga horária foi discutida com o professor da disciplina de matemática, de forma a adequar o conteúdo às peculiaridades da turma e à disponibilidade dos horários.

Assim, foi fixada uma carga horária de três horas aulas de cinquenta minutos com um intervalo de dez minutos entre cada aula, perfazendo um total de 150 minutos de aula e 20 minutos de intervalo.

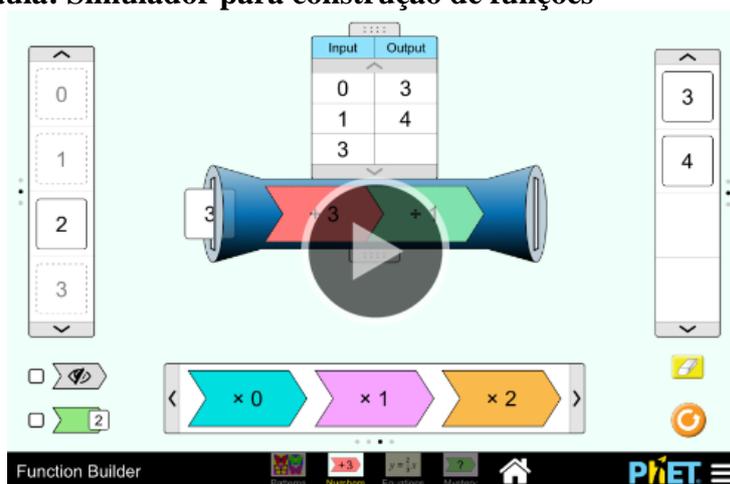
No dia da aplicação dos simuladores, foram adotados alguns procedimentos para tornar mais relevantes os dados obtidos, conforme descrito a seguir:

- Todos os alunos mantinham a câmera ligada, assim como numa aula normal;
- Durante a intervenção, o pesquisador acompanhou todo o processo para sanar eventuais dúvidas e resolver problemas de acesso e execução dos simuladores;
- Os alunos tinham total liberdade para intervir a qualquer momento para tirar dúvidas.

Na primeira aula, foi aplicado o simulador para construção de funções, esta aula teve os seguintes objetivos:

- Definir uma função como regra relativa a cada entrada para exatamente uma saída e, previsivelmente, agindo em entradas;
- Prever saídas de uma função usando entradas dadas;
- Compor funções para criar uma nova função;
- Interpretar, comparar e traduzir entre múltiplas representações de uma função algébrica.

Figura 1 – 1ª aula: Simulador para construção de funções



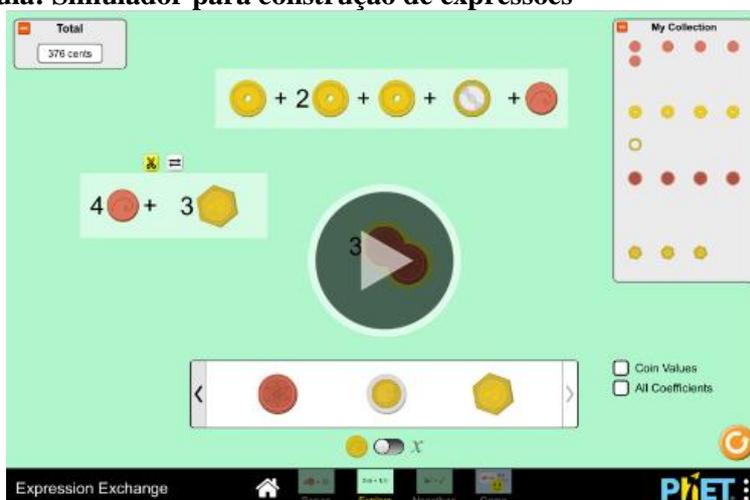
Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Alguns dos simuladores apresentam jogos no final do roteiro de aulas o que manteve os alunos bastante empolgados.

Na segunda aula, foi aplicado o simulador para construção de expressões. Esta aula teve os seguintes objetivos:

- Simplificar expressões, combinando termos semelhantes;
- Contextualizar os coeficientes e os termos similares/diferentes;
- Interpretar uma expressão em representações abstratas e concretas;
- Criar uma expressão que seja equivalente a um alvo.

Figura 2 – 2 Aula: Simulador para construção de expressões

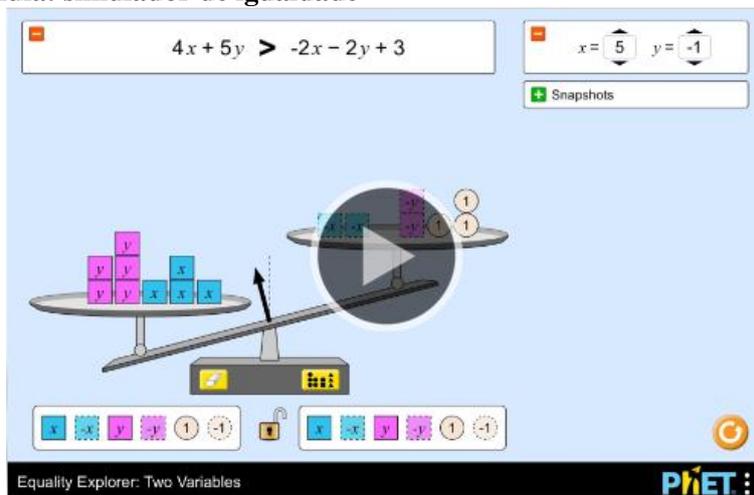


Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Assim como no primeiro momento, não ocorreu nenhum problema na aplicação do segundo simulador. Na terceira aula, foi aplicado o simulador de igualdade que será utilizado para tratar o entendimento conceitual de equações. Esta aula teve os seguintes objetivos:

- Resolver e manipular equações algébricas, substituindo valores diferentes por uma variável;
- Usar um modelo de balança para resolver uma equação para um valor desconhecido e justificar suas estratégias para resolver;
- Construir um sistema de equações;
- Determinar a solução do conjunto de um sistema de equações.

Figura 3 – 3º Aula: simulador de igualdade



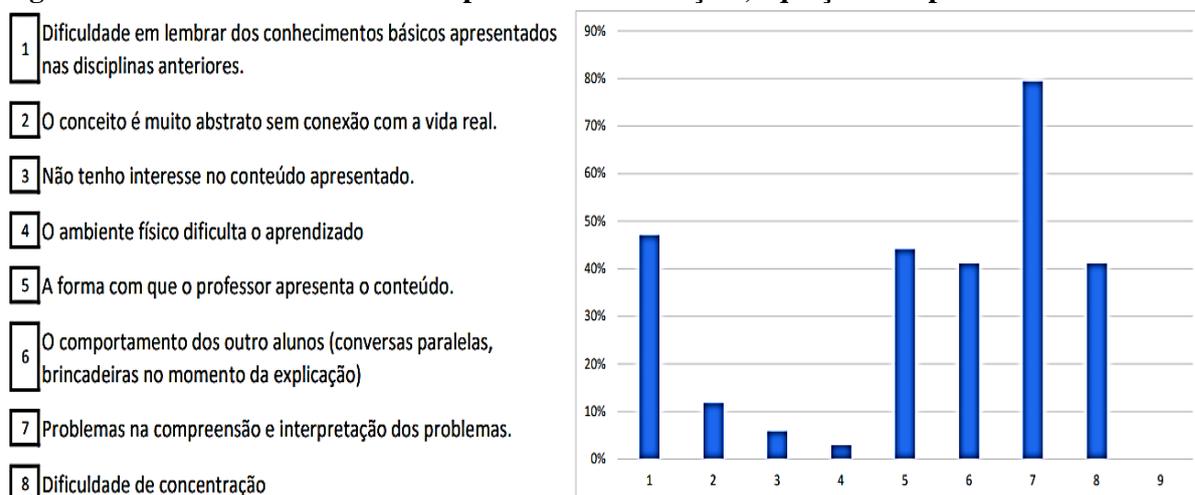
Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Igualmente ao primeiro e ao segundo momento, não ocorreram problemas na aplicação do terceiro simulador.

6 RESULTADOS

Os simuladores foram aplicados com sucesso e os dados foram recolhidos para análise. No primeiro momento, foi obtido um quadro geral sobre as dificuldades dos estudantes em relação aos conteúdos funções, expressões algébricas e equações, conforme apresentado na figura 4:

Figura 4 – Nível de dificuldades no aprendizado de funções, equações e expressões.



Fonte: os autores (2023)

De acordo com o gráfico apresentado na figura 1, pode-se perceber que a maioria dos entrevistados apresenta problemas na compreensão e na interpretação dos problemas, além de dificuldades em relembrar conhecimentos basilares. Observou-se também que a interação com o professor e com os colegas concentra boa parte dos problemas de aprendizado, segundo os entrevistados.

6.1 DIFICULDADES APRESENTADAS NA DISCIPLINA

Tentando compreender melhor o problema, foi aplicado um questionário mais subjetivo, com a intenção de focar na resposta individual dos estudantes. Ao serem questionados sobre qual a maior barreira para aprender matemática, algumas respostas, mostradas abaixo, chamaram nossa atenção.

É muito bom para entender a teoria dos assuntos (Aluno E).
Fera demais, pelo menos dá uma mudada nas aulas (Aluno F).
Sim, achei massa (Aluno G).
Sim, as aulas ficam mais dinâmicas (Aluno H).

Durante o processo, os estudantes conseguiram também relacionar o que estavam vendo nos simuladores com algumas situações do seu cotidiano. Vários comentários foram tecidos a esse respeito o que ajudou a perceber que o processo estava indo no caminho certo e o que foi motivador para continuar a aplicação de simuladores num trabalho futuro.

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou a utilização de simuladores virtuais como um recurso didático alternativo para aplicação na disciplina de matemática, em turmas do ensino médio, porém não se limita ao nível de ensino apresentado, visto que existe uma vasta gama de simuladores voltados para todos os níveis. Durante a pesquisa verificou-se que boa parte dos alunos tem dificuldade intensa ou moderada em relação ao assunto

que envolve o aprendizado de funções, expressões algébricas e equações, por esse motivo a aplicação dos simuladores se voltou para esse tema.

No decorrer do trabalho, foi perceptível o aumento na motivação dos alunos, pois muitos apresentavam dificuldade intensa para entender e relacionar o significado do que estavam aprendendo com algo material, ou seja, que seu aprendizado poderia ser útil para resolver problemas do cotidiano, porém após a aplicação dos simuladores, os alunos começaram a perceber que a matemática está presente em tudo, de funções que regem o crescimento de populações de seres vivos a relações que descrevem o movimento de corpos celestes.

É possível perceber as mudanças rápidas que a aplicação dos simuladores promove, porém é importante lembrar que estes são recursos didáticos e que devem estar aliados com as práticas pedagógicas correntes, não tendo como objetivos substituí-las por completo, mas fornecer uma ferramenta que seja coerente com o momento atual, dado que as práticas de ensino evoluem.

Deste modo, o trabalho foi efetivo em apresentar esses novos recursos e verificar suas potencialidades, todavia, como descrito anteriormente, é preciso atentar-se ao fato de que muitos alunos têm severas dificuldades em apreender os conteúdos basilares, ou seja, carregam as dificuldades de um ensino deficiente o que tende a se agravar ano após ano, caso não ocorra uma intervenção focada em resolver esse problema.

Como sugestão para trabalhos futuros, poder-se-á desenvolver metodologias para a aplicação sistemática de simuladores em outros níveis, séries, outros conteúdos o que pode promover a redução gradativa das deficiências e das dificuldades apresentadas pelos estudantes, assim como uma descrição mais detalhada da aplicação dos simuladores .

REFERÊNCIAS

BESSA, K. P. **Dificuldades de aprendizagem em matemática na percepção de professores e alunos do ensino fundamental**. Universidade Católica de Brasília, 2007. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/12671732-Dificuldades-de-aprendizagem-em-matematica-na-percepcao-de-professores-e-alunos-do-ensino-fundamental.html>>. Acessado em 04 de fevereiro 2021

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**/Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, COSED, UNDIME 2018. p. 267 Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf> Acessado em 10 de fevereiro 2021.

BUSARELLO, Raul Inácio et al. **A gamificação e a sistemática de jogo**. In: FADEL, L. M. et al. (Org.). Gamificação na educação. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.

CAVALCANTI, Alberes de Siqueira. **Ética e cidadania na prática educacional**. Centro de Defesa dos Direitos da Criança e do Adolescente. UNICEF. Disponível em: <www.dhnet.org.br/direitos/codetica/abc/etica_cid_pratica_educ.PDF> Acessado em 02 de fevereiro 2021.

FIorentini, D. **A pesquisa e as práticas de formação de professores de matemática em face das Políticas Públicas no Brasil**. Boletim de Educação Matemática, Rio Claro-SP, v. 21, n. 29, p. 60, 2008.

FRAGOSO, Wagner da Cunha. O medo da matemática. **VYDIA REVISTA ELETRÔNICA**, Rio Grande do Sul, v. 19, n. 35, p. 93-105, jan./jun. 2001. Disponível em: <<https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/506/496>> Acessado em 01 de fevereiro 2021.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. **Jogos infantis: o jogo, a criança e a educação**. 6ª ed. Petrópolis: Vozes, 1993.

PARZIANELLO, J. K.; MAMAN, D. de. Tecnologias na sala de aula: o professor como mediador do processo de ensino e aprendizagem. **II Simpósio Nacional de Educação**. XXI Semana de Pedagogia. Infância Sociedade e Educação. 13 a 15 de out. de 2010.

RESENDE, Giovane; MESQUITA, Maria da Glória Bastos Freitas. **Principais Dificuldades Percebidas no Processo Ensino-Aprendizagem de Matemática em Escolas do Município de Divinópolis**, MG. Educ. Matem. Pesq, v.15, n.1, p.199-222, 2013.

SEEGGER, Vania; CANES, Suzy Elisabeth; GARCIA, Carlos Alberto Xavier. **Estratégias tecnológicas na prática pedagógica**. v(8), nº 8, p. 1887 – 1899, AGO, 2012.

APÊNDICE

APENDICE A – QUESTIONÁRIO DO PROFESSOR

1º Quais os materiais mais utilizados para as aulas?

2º Em qual assunto os alunos apresentaram maior dificuldade?

3° Já utilizou simuladores virtuais no ensino de matemática?

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DO ALUNO

1° Qual o seu nível de dificuldade na disciplina de Matemática?

2° Qual o assunto que até o momento trouxe mais dificuldade em ser compreendido?

3° Você acredita que o ensino de matemática é e/ou será útil para sua vida?

4° Qual a maior barreira para entender a disciplina?

Depois da intervenção:

5° Em sua opinião, a utilização de simuladores virtuais favoreceu o aprendizado dos assuntos de matemática?