

Matemática *Maker*: uma disciplina para o Itinerário Formativo de Matemática do Novo Ensino Médio

Charles Soares Pimentel^{1,2}, Maria Luiza M. Campos²

¹Polo Educacional Sesc

²Programa de Pós-graduação em Informática, Instituto de Computação
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brasil

cpimentel@escolasesc.com.br, mluiza@ppgi.ufrj.br

Abstract. *This work presents the studies for the implementation of an elective course for high school classes, called Mathematics Maker. The course includes math content from projects anchored in the Maker Movement, the STEM approach and the principles of Industry 4.0, to create collaborative and hands-on actions*

In this context, a pairing was created between formal mathematical concepts and mathematical prerequisites in digital manufacturing, educational robotics and prototype development. The result of this study was evaluated by 45 teachers from the Brazilian Network for Creative Learning and the outcome of this evaluation pointed to the relevance of implementing the discipline.

Resumo. *Este trabalho apresenta os estudos para a implementação de uma disciplina eletiva para turmas do ensino médio, chamada Matemática Maker. A disciplina contempla conteúdos de matemática a partir de projetos ancorados no Movimento Maker, na abordagem STEM e nos princípios da Indústria 4.0, para criar ações colaborativas e mão na massa.*

Nesse contexto, foi realizado um pareamento entre conceitos matemáticos formais e os pré-requisitos matemáticos na fabricação digital, na robótica educacional e no desenvolvimento de protótipos. O resultado desse estudo foi avaliado por 45 professores da Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa apontando para a relevância da implementação da disciplina.

1. Introdução

A dificuldade no aprendizado de matemática no Brasil pode ser ilustrada pelo resultado da última avaliação aplicada pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Programme for International Student Assessment – PISA). O PISA é uma avaliação internacional que mede o nível educacional de jovens de 15 anos por meio de provas de Leitura, Matemática e Ciências. [INEP 2007].

O resultado do PISA 2018 revela que dois terços dos brasileiros sabem menos que o básico de matemática. Na disciplina, entre 79 países ao redor do mundo, o Brasil ocupa a 72ª posição. Na América do Sul, supera apenas a Argentina.

Com o objetivo de mudar esse quadro, o Ministério da Educação (MEC) tem apresentado reformas. O governo aprovou a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que define conhecimentos essenciais que todos os alunos da educação básica têm direito

de aprender. Esse documento aponta atualizações em todas as áreas do conhecimento. Na área denominada “Matemática e suas tecnologias”, a BNCC conceitua a disciplina como:

Ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, e uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho [BNCC 2018].

Uma das importantes novidades que o ensino da matemática no Brasil apresenta a partir dessas reformas é a inserção cada vez maior de tecnologias na sala de aula. Não apenas como ferramenta, mas como objeto de e para pesquisa.

O ensino de conceitos de robótica, automação, inteligência artificial, programação e jogos digitais foram inseridos no escopo de matemática [MEC 2018], permitindo aos estudantes que desejam aprofundar seus conhecimentos e se preparar para o mundo do trabalho, terem a oportunidade de participar de uma disciplina que contribua para a construção de soluções de problemas reais da sociedade.

Para contribuir com a execução dessa proposta para o ensino da matemática, esse artigo apresenta a implementação de uma nova disciplina, chamada de Matemática *Maker*. Essa disciplina é uma abordagem para ensino-aprendizado de matemática no ensino médio, por meio de atividades mão na massa e de colaboração. Assim, esse artigo procura colaborar com o referido tema, apresentando um trabalho desenvolvido para estudantes da Escola Sesc de Ensino Médio.

Este trabalho está organizado assim: Na seção 2, apresentamos a fundamentação teórica que sustenta a proposta; na seção 3, os trabalhos correlatos. Na seção 4 apresentamos a disciplina Matemática *Maker*, na seção 5 a avaliação da disciplina, na seção 6 apresentamos os resultados e, por fim, na seção 7, as conclusões e trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

Nesta seção serão discutidos a abordagem STEM, o movimento *maker* como prática educacional, os impactos da indústria 4.0 na educação e, finalmente, a metodologia de aprendizagem colaborativa.

2.1. Abordagem STEM

A disciplina Matemática *Maker* é uma proposta de ensino-aprendizagem de matemática inspirada na abordagem STEM (acrônimo em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Assim como o Ministério da Educação brasileiro propôs ações para modernizar e atualizar o ensino através da BNCC, a abordagem STEM é uma iniciativa governamental, surgida nos Estados Unidos, com o objetivo de melhorar a aprendizagem de ciências exatas.

Em novembro de 2009, o ex-presidente Barack Obama apresentou a iniciativa Educar para Inovar como um esforço colaborativo entre o governo federal, o setor privado e as comunidades sem fins lucrativos e de pesquisa, reconhecendo, assim, a educação STEM como abordagem que traz maior relevância no ensino de conceitos de ciências exatas.

Essa abordagem proporciona ao educando protagonizar o seu aprendizado e desenvolver competências importantes para o profissional do século 21. Esse profissional encontrará

um mercado de trabalho que demandará um novo conjunto de habilidades e capacidades cognitivas, promovendo a democratização de variadas tarefas [Blikstein 2013].

2.2. O Movimento *Maker* como prática educacional

O Movimento *Maker* tem sua origem na filosofia Faça Você Mesmo, e considera que pessoas comuns podem construir, modificar e consertar os mais diversos tipos de coisas [Cordova e Vargas 2016]. Com o avanço dos recursos de prototipagem rápida, tais como impressora 3D e cortadora a laser, surge o conceito de FabLab, um ambiente criado para levar a fabricação digital para as pessoas comuns. Os FabLabs tiveram origem em 2002 na MIT através da colaboração entre o Grupo de Invenções de Base e o Centro de Bits e Átomos (CBA) [Blikstein e Krannich 2013], e colocam o foco do aprendizado nos princípios de engenharia, robótica e design.

Atividades mão na massa, mediadas pelas tecnologias de fabricação digital, têm o potencial de ajudar o educando a alcançar as metas para um aprendizado por descoberta, através de projetos STEM [Halverson e Sheridan 2014]. O aprendizado por descoberta, potencializado pelos espaços de exploração, parte do princípio que os alunos que descobrem conceitos científicos por eles mesmos criam estruturas de conhecimento mais significativas e profundas, que são mais fáceis de transferir para novos contextos [Bransford e Schwartz 1999].

Nesse mesmo sentido, é importante considerar que ao propor um ambiente de ensino-aprendizado disruptivo para o estudante que durante anos teve sua experiência educacional pautada no modelo tradicional, faz com que ele deixe de desempenhar o papel passivo, de receptor do conhecimento, e passe a ser corresponsável pela construção do saber [Machado et al. 2016]. Por esse motivo, nesse novo contexto é importante que seja fornecido para o educando o ambiente adequado de aprendizado, deixando claro para ele os objetivos de cada proposta a ser realizada [Schneider e Blikstein 2015].

2.3. Os impactos da Indústria 4.0 na educação

Dentre as habilidades cognitivas e não cognitivas desenvolvidas no ambiente escolar, as instituições de ensino têm o compromisso de preparar o educando para lidar com as dinâmicas de uma realidade que tem se transformado cada vez mais rápido. Essa é uma necessidade apontada pela UNESCO [2020] ao publicar o documento “Educação para a cidadania global – preparando alunos para os desafios do século 21”. O documento afirma que uma educação para a cidadania tem como objetivo empoderar alunos para que eles se engajem e assumam papéis ativos, para enfrentar e resolver desafios globais.

Esse documento aponta para a importância das instituições de ensino estarem alinhadas com as mudanças pelas quais a sociedade tem passado. Acompanhar os avanços tecnológicos e industriais são importantes indicadores do caminho a seguir.

É importante ressaltar que as revoluções passadas pela indústria mudaram os meios de produção e conseqüentemente o mercado de trabalho. Na metade do século 18 a primeira revolução industrial foi determinada pela transição do trabalho manual para máquinas a vapor. No início do século 20, a segunda revolução caracterizou-se pela introdução da eletricidade nos meios de produção. Da década de 70 até os dias atuais, vivemos a terceira revolução industrial, caracterizada pela automação dos meios de produção, através do uso da eletrônica e das tecnologias da informação [Santos et al. 2018].

Apoiada na infraestrutura digital, construída a partir da terceira revolução industrial, a quarta revolução traz consigo o conceito de Indústria 4.0, uma tendência à automação total dos meios de produção, através de sistemas ciberfísicos. Os sistemas ciberfísicos são a base da indústria 4.0 assim como a internet das coisas e a inteligência artificial.

Da mesma forma que a sociedade, as relações pessoais e profissionais são afetadas por essas mudanças, a escola também é impactada.

2.4. Aprendizagem Colaborativa

As habilidades sociais como empatia e resolução de conflitos, as habilidades de comunicação e capacidades comportamentais para agir de forma colaborativa para a solução de problemas desenvolvem importantes competências para o aluno lidar com o mundo dinâmico e conectado do século 21 [UNESCO 2020].

A teoria de aprendizagem de Vygotsky diz que o indivíduo constrói a sua história através das relações que estabelece com os outros. A interação social na construção do conhecimento é fundamental para a aprendizagem no contexto escolar, através da troca de informações, diálogo, confronto de ideias e cooperação [Silveira et al. 2012].

Considerando a importância do meio social e das interações para que a aprendizagem ocorra, Paulo Freire (1998) apresenta uma importante reflexão dizendo que:

“a educação constitui-se em um ato coletivo, solidário, uma troca de experiências, em que cada envolvido discute suas ideias e concepções. A dialogicidade constitui-se no princípio fundamental da relação entre o educador e educando. O que importa é que os professores e os alunos se assumam epistemologicamente curiosos”

Sendo assim, a aprendizagem colaborativa descreve que o conhecimento é o resultado de um consenso ou acordo entre os membros de uma comunidade de conhecimento, resultado do que as pessoas construíram juntas, seja conversando, trabalhando na solução de problemas, estudos de casos, projetos, de forma direta ou indireta. [Torres et al. 2004].

3. Trabalhos Relacionados

A fim de propor uma nova disciplina integrada ao currículo, foi realizada uma pesquisa sobre atividades envolvendo educação *maker* no ensino da matemática. Através dessa busca foram encontradas ações pontuais, realizadas por professores e pesquisadores, porém não foi encontrada a disciplina Matemática aplicada a solução de problemas reais.

Por exemplo, Tillman et al. (2014) examinaram os impactos das atividades de fabricação digital que foram integradas na educação matemática contextualizada. Os autores afirmam que os estudantes obtiveram melhores resultados em avaliações de matemática ao se envolverem em atividades de aprendizagem que incluíam soluções em projetos de engenharia e prototipagem usando a tecnologia de impressão 3D.

Um estudo realizado por Berry et al. (2010) apresentou o resultado de uma exploração conjunta realizada entre duas associações de tecnologia – SITE¹ e ITEEA² – e duas associações de educação matemática – AMTE³ e NCTM⁴, para identificar conexões naturais entre a matemática do currículo elementar e engenharia. Uma das conclusões

¹ Society for Information Technology and Teacher Education

² International Technology and Engineering Educators Association

³ Association of Mathematics Teacher Educators

⁴ National Council of Teachers of Mathematics

desse estudo é o potencial que a fabricação digital possui em aproximar conceitos de engenharia e de matemática, de uma forma que os estudantes achem a disciplina significativa e atraente.

Ardito et al. (2014) apresentam uma proposta para aprofundar a compreensão dos alunos em matemática. Ao longo de um semestre, alunos do ensino fundamental em parceria com estudantes universitários trabalharam juntos em desafios com robôs. Ao final do programa, os estudantes da educação básica que participaram das atividades com robótica alcançaram notas mais altas nos conceitos associados à álgebra, mensuração e probabilidade, todas estas habilidades relacionadas à solução de problemas.

Adolphson (2002), em sua tese de doutorado, apresenta um estudo em que diz que o ensino de matemática através do uso da robótica educacional expõe os educandos a formas mais criativas de resolver problemas. O autor revela que por meio do recurso de robótica os estudantes contextualizaram as abstrações matemáticas que são realizadas em uma aula tradicional.

4. A disciplina Matemática Maker

Matemática *Maker* é uma disciplina eletiva, que foi planejada para fazer parte do itinerário formativo. O itinerário formativo é constituído por unidades curriculares que possibilitam ao estudante aprofundar seus conhecimentos e se preparar para o prosseguimento de estudos ou para o mundo do trabalho de forma a contribuir para a construção de soluções de problemas específicos da sociedade [MEC 2018].

A disciplina possui três frentes, que são abordadas em cada ano do ensino médio. O quadro 1 apresenta o resumo do que é proposto em cada uma dessas frentes.

Quadro 1 – Matemática Maker

Matemática na Tecnologia Digital	Conceitos fundamentais de matemática na ciência da computação, para promover o Pensamento Computacional através de iniciativas envolvendo Robótica Educacional e Fabricação Digital.
Matemática na Pesquisa em Computação	Realização de projetos com o uso de tecnologias digitais, com foco em resolução de problemas, para divulgação na Comunidade Científica.
Matemática na Inovação Tecnológica	Desenvolvimento de soluções inovadoras envolvendo Automação e Inteligência Artificial para a criação de portfólio acadêmico e profissional.

4.1. Competências matemáticas em prototipagem para resolução de problemas

Para o desenvolvimento de competências específicas, a disciplina Matemática *Maker* explora as habilidades necessárias para a criação de projetos, pareando assuntos matemáticos com pré-requisitos relacionados a modelagem de protótipos.

Dentre as competências para o aprendizado de matemática descritos pela BNCC, este trabalho destaca a competência 5 [BNCC 2020]:

“Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando recursos e estratégias como observação de padrões, experimentações e tecnologias digitais, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.”

Essa competência inova ao tratar a formalização de assuntos da matemática de maneira não obrigatória, ampliando as possibilidades de sua implementação em contextos reais.

Para o desenvolvimento da disciplina Matemática *Maker*, foram considerados os seguintes ramos da matemática e suas aplicações:

3.2.1 **Matemática Financeira.** Uma das colunas da disciplina é o planejamento financeiro. No desenvolvimento de cada protótipo, os impactos financeiros são calculados, considerando material utilizado e custo do uso dos equipamentos.

3.2.2 **Aritmética.** As operações com números racionais e irracionais, habilidade intrínseca nas atividades desenvolvidas, são exploradas na disciplina Matemática *Maker*.

3.2.3 **Geometria.** Como a área da matemática que estuda forma, tamanho e posição das figuras, dividida em plana, espacial, analítica e fractais, a geometria é fundamental na modelagem em duas ou três dimensões com softwares CAD (*computer aided design*), explorando conceitos que transitam entre o pensamento abstrato e o pensamento concreto. Destaca-se o sistema métrico, importante para a elaboração e execução dos projetos.

3.2.4 **Álgebra.** Em álgebra a ideia de variável desenvolve no educando a habilidade de generalização, importante para ampliar a aplicação dos projetos desenvolvidos. Em computação, a variável é explorada como um espaço destinado a um dado que é alterado durante a execução do algoritmo. Além disso, o Plano Cartesiano, um outro conceito algébrico, associado a geometria, é amplamente usado em programação e em modelagem 2d.

3.2.5 **Pensamento computacional.** O pensamento computacional (PC) é uma importante competência para a disciplina Matemática *Maker* pois os seus conceitos norteiam a solução de problemas. É uma abordagem utilizada para realizar processos, proporcionando o desenvolvimento do pensamento crítico e do raciocínio lógico, e pode ser aplicada em áreas do conhecimento que vão além da Ciência da Computação [SBC 2020].

4.2. Recursos tecnológicos e recursos educacionais na exploração de conteúdos de matemática

A seção 3 apresentou as três frentes que fazem parte da disciplina eletiva Matemática *Maker*. Cada uma dessas frentes tem o viés da pesquisa e do desenvolvimento de soluções para problemas reais, com o objetivo de explorar conceitos matemáticos. O uso de softwares livres tem como objetivo ampliar as possibilidades de implementação da disciplina, em instituições de ensino com diferentes realidades.

O quadro 2 apresenta os recursos tecnológicos, os recursos educacionais abertos e os conceitos matemáticos explorados, que fazem parte do escopo da disciplina. Esses são os elementos norteadores do trabalho, porém considera-se que outros recursos e outros conceitos possam ser abordados no decorrer das atividades desenvolvidas.

Quadro 2 – Recursos

Recursos tecnológicos	Recursos educacionais abertos	Conceitos matemáticos explorados
Computador pessoal	Code.org ⁵ Scratch 3 ⁶	Álgebra e Pensamento Computacional
Plataforma Arduino	Scratch para Arduino ⁷	Álgebra e Pensamento Computacional
Sensores e Atuadores	Scratch para Arduino	Álgebra e Pensamento Computacional
Cortadora a Laser	Inkscape ⁸	Matemática Financeira, Aritmética e Geometria
Impressora 3D	Tinkercad ⁹	Matemática Financeira, Aritmética e Geometria
Computador pessoal	Machine Learning for Kids ¹⁰	Álgebra

⁵ <https://code.org/>

⁶ <https://scratch.mit.edu/>

⁷ <http://s4a.cat/>

⁸ <https://inkscape.org/pt-br/>

⁹ <https://www.tinkercad.com/>

¹⁰ <https://machinelearningforkids.co.uk/>

As atividades são organizadas para serem realizadas tanto em sala de aula quanto no espaço *maker* da instituição, o que pode ser adaptado de acordo com a realidade da escola.

4.3. A metodologia de ensino abordada na disciplina Matemática *Maker*

A disciplina é pautada na Aprendizagem por Descoberta (APD) e pela metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP).

A APD considera que atividades onde inicialmente os estudantes exploram conceitos, fazendo perguntas a eles mesmos e formulando sua própria teoria de um fenômeno, antes de receber uma instrução formal, proporcionam o aprendizado que vai além de um assunto específico [Schneider e Blikstein 2015].

O aprendizado ocorre como resultado da manipulação, estruturação e transformação de informações gerando novos saberes. No aprendizado de conceitos matemáticos, a partir do desenvolvimento de projetos, o educando elabora uma conjectura, formula hipóteses e realiza descobertas usando processos indutivos ou dedutivos, observações e extrapolação. O elemento essencial na descoberta de novas informações é que o estudante deve participar ativamente na formulação e obtenção do conhecimento [Prasad 2011].

Além disso, a metodologia que norteia a disciplina Matemática *Maker* é a Aprendizagem Baseada em Projetos. A ABP propõe a construção de conhecimento por meio de um trabalho longo e contínuo de pesquisa, com o objetivo de responder a uma pergunta, a um desafio ou a um problema. A partir de então os educandos começam um processo de exploração, de estabelecimento de hipóteses e de procura por recursos para desenvolver o projeto. Envolve a aplicação prática da informação obtida até se alcançar um produto final ou uma solução satisfatória para a questão inicial. A avaliação do aprendizado é feita durante o processo e após a apresentação do produto final.

5. Avaliação da proposta da disciplina

Após o desenvolvimento da proposta da disciplina Matemática *Maker*, foi realizada uma pesquisa de reação com um grupo de 45 professores da Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa (RBAC), para avaliar seu potencial.

A RBAC é formada por educadores envolvidos na implementação de ambientes educacionais mão na massa, universidades e espaços não-formais de aprendizagem por todo o Brasil [RBAC 2020].

Os educadores receberam uma apresentação detalhada da disciplina e foram convidados a responder um formulário on-line, na escala Likert, sobre suas impressões a respeito do projeto. A escala Likert é usada em questionários que consideram o grau de concordância do participante com uma afirmação ou um conjunto de afirmações [Bertram 2006].

A escala do formulário possuía os seguintes níveis: 1- Discordo totalmente; 2- Discordo; 3- Indiferente (neutro); 4- Concordo e 5- Concordo totalmente, além da possibilidade de o respondente poder optar pela opção “Eu não sei”.

O formulário contou com 8 afirmações diretamente relacionadas à implementação da disciplina, considerando a relevância, os recursos e a metodologia (quadro 3). As quatro primeiras afirmações buscavam respostas sobre as mudanças na educação no Brasil e as quatro seguintes exploraram a disciplina Matemática *Maker*.

Quadro 3 – Afirmações dos respondentes

Considerando a apresentação detalhada da disciplina Matemática Maker e com base em suas práticas em sala de aula, por meio das interações com seus alunos, classifique as afirmativas a seguir
A1. Na instituição de ensino onde atuo, os recursos tecnológicos para fins educacionais estão incorporados nas ações curriculares e estão sendo utilizados nas disciplinas
A2. As atualizações das diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio, que propõe o ensino de robótica, programação e inteligência artificial na área de matemática, estão sendo bem divulgadas.
A3. No ensino de matemática há pontos em comum entre a reforma proposta pela Base Nacional Comum Curricular e Educação STEM (Acrônimo em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática)
A4. O professor é o principal responsável para que as mudanças no ensino propostas pela Base Nacional Comum Curricular chegue em sala de aula e alcance os estudantes
A5. Considero que a Abordagem STEM, o Movimento <i>Maker</i> e os Impactos da Indústria 4.0 (era da conectividade), que ancoram essa disciplina, estão correlacionados
A6. A Aprendizagem por Descoberta, ou seja, a exploração antes da formalização, é uma abordagem de fácil compreensão para um estudante que não teve essa experiência desde a educação infantil
A7. Para a disciplina Matemática <i>Maker</i> , o método de Aprendizagem Baseada em Projetos parece ser um eficaz conjunto de ferramentas para o desenvolvimento de protótipos
A8. O pareamento entre conceitos de matemática e os pré-requisitos para o uso de ferramentas de fabricação digital e de robótica é uma inovação que essa disciplina, Matemática <i>Maker</i> , está propondo

6. Resultados

A figura 1 apresenta as respostas dadas pelos participantes.

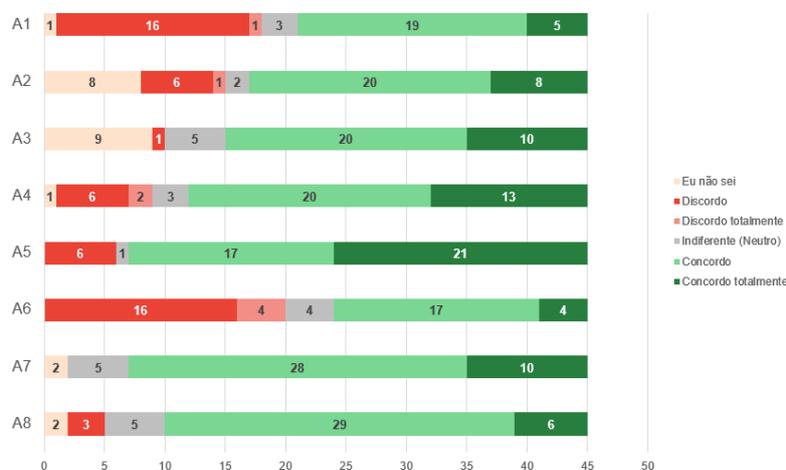


Figura 1 – Gráfico da avaliação da oficina

Ao analisar os dados obtidos com as 45 respostas dadas ao formulário, pode-se observar que aproximadamente 53% dos educadores atuam em instituições nas quais tecnologias educacionais estão integradas no currículo (A1). Mais de 60% consideram que a atualização das diretrizes curriculares para o ensino médio está bem divulgada (A2) e praticamente o mesmo percentual reconhece pontos em comum entre a BNCC, considerando o ensino de matemática, e a proposta da educação STEM (A3). A maioria dos respondentes consideram que o professor é o principal responsável pelas mudanças para uma sala de aula mais próxima da realidade (A4).

Sobre a disciplina Matemática *Maker*, 85% consideram que os conceitos que ancoram a disciplina estão interligados (A5), porém, sobre a abordagem da APD, as opiniões ficaram empatadas com metade dos respondentes considerando que um estudante teria facilidade com a abordagem e a outra metade discordando (A6). Aproximadamente 84% dos

educadores concordam com o uso da ABP para o desenvolvimento dos protótipos (A7) e a maioria dos respondentes consideraram inovadora a iniciativa de propor o pareamento entre os conceitos matemáticos pré-requisitos para o desenvolvimento de projetos envolvendo fabricação digital e robótica educacional (A8). Os dados da pesquisa com educadores da RBAC apontam para a relevância da proposta, e considera a disciplina um importante recurso para o Itinerário Formativo de Matemática no Novo Ensino Médio.

7. Conclusão e Trabalhos Futuros

A educação *maker* tem ampliado seu campo de atuação no Brasil por meio da resiliência de educadores que consideram preparar o seu educando para um mundo em constante transformação. E também por iniciativas, que têm validado os seus trabalhos, envolvendo a divulgação científica dessas ações, além de publicações acadêmicas de seus resultados.

O estudo apresentado nesse artigo mostra uma disciplina de caráter progressivo e inovador, que propõe o ensino de matemática por meio de uma metodologia colaborativa e mão na massa. A disciplina Matemática *Maker* apresenta uma proposta que coloca o educando no centro do seu aprendizado, protagonizando as ações em sala de aula.

Para a criação dessa disciplina foi realizada uma pesquisa de trabalhos correlatos para avaliar a eficácia da proposta em variados ambientes educacionais e um estudo sobre os mais adequados softwares abertos, com o objetivo ser replicável em diferentes realidades.

Além disso, o pareamento entre pré-requisitos matemáticos para o uso de hardwares e softwares, e conceitos formais de matemática, também foi realizado. Após a validação da proposta, por meio de pesquisa com 45 professores da RBAC e a aprovação da equipe de matemática do Polo Educacional Sesc, a disciplina foi integrada ao currículo.

Na próxima fase deste trabalho, serão realizados estudos, e futuras publicações, sobre os impactos da implementação da disciplina na prática do currículo acadêmico.

Referências

- Adolphson, K. V. (2002) Mathematical embodiment through robotics activities. Ph.D thesis. University of Oklahoma.
- Ardito, G., Mosley, P., Scollins, L. (2014) “WE, ROBOT Using Robotics to Promote Collaborative and Mathematics Learning in a Middle School Classroom,” Middle Grades Res. J.
- Berry, R. Q., Bull, G., Browning, C., Thomas, C., Starkweather, K., Aylor, J. H. (2010). Use of Digital Fabrication to Incorporate Engineering Design Principles in Elementary Mathematics Education. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education.
- Bertram, D. Likert Scales (2006) In: <http://poincare.matf.bg.ac.rs/~kristina/topic-dane-likert.pdf>. Acessado em Maio, 2021.
- Blikstein, P. (2013) Digital Fabrication and “Making” in Education: The Democratization of Invention. FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors.
- Blikstein, P. , Krannich, D. (2013) The makers' movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research. In: Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children. ACM, 2013. p. 613-616.

- BNCC - Base Nacional Comum Curricular (2018) “Matemática e suas Tecnologias” In: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_sit e.pdf. Acessado em Maio, 2021.
- Bransford, J. d., Schwartz, D. l. (1999) Rethinking Transfer: A Simple Proposal with Multiple Implications. *Review of Research in Education* 24.
- Cordova, T., Vargas, I. (2016) Educação Maker SESI-SC: inspirações e concepção FabLearn Brasil
- Freire, P. (1998). *Pedagogia da Autonomia*. 9.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. p.96
- Halverson E. R. , Sheridan, K. (2014). The maker movement in Education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495–504.
- INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2007). In: http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/o-que-e-o-pisa/21206. Acessado em Maio, 2021.
- Machado, A., Câmara, J., Willians, V. Robótica Educacional: Desenvolvendo Competências para o Século XXI. *Anais do III Congresso sobre Tecnologias na Educação*. Ctrl+E 2018.
- MEC - Ministério da Educação (2018) Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018. In: <http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2018-pdf/102481-rceb003-18/file>. Acessado em Maio, 2021.
- Prasad, K. S. (2011). Learning Mathematics by Discovery. *Academic Voices: A Multidisciplinary Journal*, 1, 31-33
- RBAC - Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa - RBAC (2020). Sobre a Rede. In: <https://aprendizagemcriativa.org/pt-br/sobre-rbac>. Acessado em Maio, 2021.
- Santos, B. P., Alberto, A., Lima, T. D. F. M., Charrua-Santos, F. M. B. (2018) . Indústria 4.0: desafios e oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, v. 4, n. 1.
- SBC - Sociedade Brasileira de Computação. In: <http://www.sbc.org.br/noticias /10-slideshow-noticias/2071-trabalho-sobre-pensamento-computacional-edesta-que-na-globo>. Acessado em Maio, 2021.
- Schneider, B., Blikstein, P. (2015) Using exploratory tangible user interfaces for supporting collaborative learning of probability. *IEEE TLT*. in press.
- Silveira, L. H. S. D., Maturano, E. C. P. L., Souza, H. A., Viana, D.G., Bueno, S. M. V. (2012). Aprendizagem colaborativa numa perspectiva de educação sem distância. *Revista Eletrônica Gestão e Saúde*, (1), 1187- 1197
- Tillman, D. A., An, S. A., Cohen, J .D., Kjellstrom, W., Boren, R. L. (2014). Exploring Wind Power: Improving Mathematical Thinking through Digital Fabrication. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 23(4), 401-421. Waynesville, NC USA.
- Torres, P. L., Alcantara, P. R., Irala, E. A. F. (2004) Uma Proposta de Aprendizagem Colaborativa para o Processo Ensino Aprendizagem. *Revista Diálogo Educacional*, Curitiba, v.4, n.13, p.129-145
- UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura . In: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000234311>. Acessado em Maio, 2021.