

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

Charles Soares Pimentel¹

Maria Luiza M. Campos²

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.

Palavras-chave: Itinerário Formativo. Educação Matemática. Educação *Maker*

1. Introdução

Um dos desafios que a escola tem passado é propor uma pedagogia de ensino e aprendizado que seja significativa para o educando. Uma metodologia composta apenas por aulas tradicionais e expositivas geram um ambiente de aprendizagem passiva, e no contexto dinâmico do século XXI, tem proporcionado a falta de interesse dos estudantes pelo ambiente escolar.

¹Polo Educacional Sesc.Programa de Pós-graduação em Informática, Instituto de Computação, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro, Brasil.

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

Dentre as disciplinas do currículo da educação básica, a matemática tem se destacado pela dificuldade que os estudantes encontram em compreendê-la e se interessarem por ela. O fato de não conseguirem relacionar os conceitos matemáticos que são ensinados na escola, com a sua realidade, faz com que estudantes tenham dificuldade de compreender os assuntos apresentados em sala de aula.

Para alguns estudantes, a matemática é considerada difícil, abstrata e compreendida por poucos. As razões que mantêm este mito são os altos índices de reprovação na disciplina, o baixo desempenho em avaliações nacionais e internacionais, os problemas no ensino, além das crenças e do próprio senso comum (SILVEIRA, 2002).

Essa 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, p.267).

Ao ser conceituada como uma ciência humana, que promove um olhar crítico sobre a realidade, e ciência viva, um recurso para solucionar problemas reais, a Matemática passa a assumir um papel central de instrumento de transformação social. Nesse sentido, o conhecimento matemático é reconhecido como uma ferramenta para ler, compreender e transformar a realidade.

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.

Nesse sentido, o papel do professor é muito importante. Embora a BNCC aponte caminhos e orientações, o educador e a comunidade acadêmica serão responsáveis por colocar em prática esse novo paradigma educacional.

Com o objetivo de atender a essa demanda, contribuindo com a implementação dessa nova proposta para o ensino da matemática, e ampliar a discussão para outras realidades educacionais, 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, utilizando recursos de educação *maker* tais como fabricação digital, robótica educacional e inteligência artificial, por meio de atividades mão na massa, colaboração e mediação do professor. É importante destacar que a área de inteligência artificial explorada nessa proposta é o Aprendizado de Máquina.

Para o desenvolvimento desse trabalho, foi realizado um estudo sobre a matemática em atividades de educação *maker*. O estudo buscou criar um pareamento

entre conceitos matemáticos formais e os pré-requisitos matemáticos para o desenvolvimento de protótipos, a partir do método do *Design Thinking*.

Dessa forma, esse artigo procura colaborar com o referido tema, apresentando um trabalho desenvolvido para estudantes do Polo Educacional Sesc, instituição de ensino de caráter pedagógico inovador, situada no Rio de Janeiro.

Este trabalho está organizado assim: Na seção 2, apresentamos o embasamento teórico que sustenta a proposta; na seção 3, os trabalhos relacionados. Na seção 4 apresentamos a disciplina Matemática *Maker*, na seção 5 a metodologia e a avaliação da disciplina, na seção 6 apresentamos a análise e a discussão dos dados e, por fim, na seção 7, as conclusões e apontaremos trabalhos futuros.

2. Embasamento 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 (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

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 que surgiu 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.

A educação STEM é considerada um novo paradigma no ensino, e este modelo desponta como uma resposta ao modelo educacional conservador e fragmentado.

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.

Esses ambientes inspiram um modelo educacional progressivo, de experimentação, invenção e criatividade, com foco em projetos relacionados ao mundo real, além de promoverem a autonomia e o engajamento discente.

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). Porém, embora essa abordagem seja teoricamente fundamentada, e pesquisas nesse campo têm demonstrado a sua eficácia, a sua implementação no cotidiano da sala de aula encontra obstáculos, com alguns

educadores e pesquisadores sustentando que o modelo expositivo e tradicional é mais eficaz (KIRSCHNER, 2006).

Nesse mesmo sentido, é importante considerar que ao propor um ambiente de ensino- aprendizagem 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., 2018). 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.





Nesse sentido, é importante que as instituições de ensino estejam alinhadas com as mudanças pelos quais a sociedade tem passado, e acompanhar os avanços tecnológicos e industriais são importantes indicadores do caminho a seguir. Vivemos um tempo onde a inteligência artificial, a internet das coisas e os sistemas ciberfísicos são realidades quem têm impactado o dia a dia do cidadão, e compreender essas mudanças é fundamental para a formação do futuro profissional.

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 (Figura 1).

Figura 1 – Revoluções Industriais

1ª revolução Mecanização	2ª revolução Eletricidade	3ª revolução Automação	4ª revolução Conectividade
*Máquina a Vapor *Tear mecânico	*Eletricidade *Indústria do petróleo *Produção em massa	*Energia nuclear *Avanços da eletrônica *Sistema CAD, CAM	*Internet das Coisas *Sistema Ciberfísico *Indústria 4.0
			
Metade Séc. 18	Início Séc. 20	1970	Hoje

Fonte: Autores

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

Por exemplo, nos dias de hoje os estudantes possuem nas palmas de suas mãos recursos para estarem informados, conectados e interagindo, por meio de seus dispositivos móveis. A informação nunca trafegou tão rapidamente e também nunca esteve tão acessível. A tecnologia avança e se populariza cada vez mais rápido e a educação tem como compromisso acompanhar essas mudanças.

2.4. Aprendizagem Colaborativa

A sala de aula desempenha a importante função de preparar o educando para as demandas que emergem da sociedade.

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 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”

(FREIRE, 1998, p.96)

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).

Esse artigo apresenta uma disciplina de caráter colaborativo para promover um ambiente onde as trocas no aprendizado ocorram organicamente, promovendo o aprendizado ativo e significativo.

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. Bull et al. (2014) afirmam que os sistemas de fabricação de desktops permitem que os estudantes projetem soluções complexas com produtos tangíveis, e que projetos de engenharia desenvolvidos por meio de prototipagem física podem fornecer uma base para melhorar a compreensão de matemática.

Um estudo realizado por Berry et al. (2010) apresentou o resultado de uma exploração conjunta realizada entre duas associações de tecnologia – SITE³ e ITEEA⁴ – e duas associações de educação matemática – AMTE⁵ e NCTM⁶, para identificar conexões naturais entre a matemática do currículo elementar e engenharia. Uma das conclusões 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

³ Society for Information Technology and Teacher Education

⁴ International Technology and Engineering Educators Association

⁵ Association of Mathematics Teacher Educators

⁶ National Council of Teachers of Mathematics

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. Destaca também que os estudantes trabalharam de maneira colaborativa e desenvolveram habilidades não cognitivas tais como autocontrole e perseverança.

4. A disciplina Matemática Maker

A criação dessa disciplina está ancorada na Educação *Maker*, considerando o Movimento *Maker*, a abordagem STEM e os princípios da Indústria 4.0, para criar ações colaborativas e mão na massa. O seu desenvolvimento aconteceu em quatro fase (Figura 2)

Figura 2 – Fases do desenvolvimento da disciplina



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).

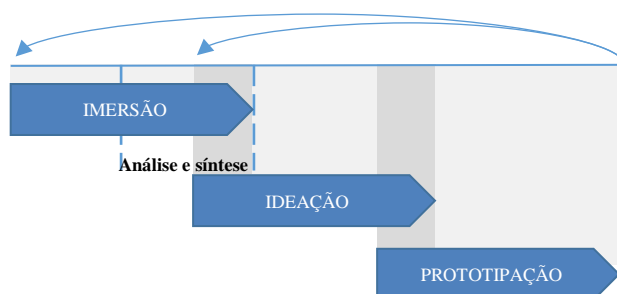
A disciplina possui três frentes, que são abordadas em cada ano do ensino médio. O Quadro 1 apresenta o resumo do que é proposto em cada uma dessas frentes.

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.

O método do Design Thinking (Figura 3) faz parte do escopo da disciplina, com o objetivo de promover o entendimento da importância do *processo* no desenvolvimento de um projeto, considerando os estágios de imersão (a compreensão do problema), ideação (a geração de ideias inovadoras) e prototipação (a fase de tangibilizar as ideias) (VIANNA, 2012).

Figura 3 – Processo do Design Thinking



Fonte: Autores

É importante destacar que o processo do Design Thinking não é linear e sim dinâmico, como um processo de aprendizagem interativo. Esse processo é norteador para o desenvolvimento dos projetos de prototipagem da disciplina apresentada nesse artigo.

4.1. Competências matemáticas em prototipagem para resolução de problemas

Na educação *maker*, o desenvolvimento de protótipos permite que o educando desenvolva modelos para solução de problemas reais, tornando o aprendizado significativo.

Para o desenvolvimento de competências⁷ 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:

“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. ”

(BNCC, 2020, p.531)

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:

4.1.1 **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.

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

⁷ As competências são um conjunto de habilidades e conhecimentos relacionados, que podem ser desenvolvidos por meio de treinamentos ou experiências, e possibilitam a atuação efetiva em um trabalho ou situação.

4.1.3 **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.

4.1.4 **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.

4.1.5 **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).

Dentre os conceitos de Pensamento Computacional (CSPATHSHALA, 2021) , destacamos os apresentados no Quadro 2

Quadro 2 – Conceitos do Pensamento Computacional

Algoritmo	Reconhecimento de Padrões
Uma ordem finita de instruções bem definidas que leva à solução de classes semelhantes de problemas, em um número finito de etapas.	Permite que uma mesma abordagem seja replicada em situações semelhantes.
Decomposição	Abstração
Quebra de um problema em problemas menores, de modo que a abordagem seja facilitada.	Reconhecimento, em uma situação-problema, de ações que possam ser materializadas em uma solução conhecida.

Na próxima seção são destacados os recursos tecnológicos que fazem parte do escopo de dispositivos utilizados para a implementação da disciplina.

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*. São elas: *Matemática na Tecnologia Digital*, *Matemática na Pesquisa em*

Educação e Matemática na Inovação Tecnológica. Cada uma dessas frentes tem o viés da pesquisa e do desenvolvimento de soluções para problemas reais, com o objetivo de explorar conceitos matemáticos. Esses conceitos foram apresentados na seção 3.1, e apontam para a interação com recursos tecnológicos. Ao desenvolver atividades progressivas, de exploração, compartilhamento e colaboração, a disciplina lança mão de softwares livres⁸, além de Impressora 3D e Cortadora laser.

O uso de softwares livres tem como objetivo ampliar as possibilidades de implementação da disciplina, em instituições de ensino com diferentes realidades.

O Quadro 3 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 3 – Recursos

Recursos tecnológicos	Recursos Educacionais Abertos	Conceitos matemáticos explorados
Computador pessoal	Code.org ⁹ Scratch ¹⁰	Álgebra e Pensamento Computacional
Plataforma Arduino	Scratch para Arduino ¹¹	Álgebra e Pensamento Computacional
Sensores e Atuadores	Scratch para Arduino	Álgebra e Pensamento Computacional
Cortadora a Laser	Inkscape ¹²	Matemática Financeira, Aritmética e Geometria
Impressora 3D	Tinkercad ¹³	Matemática Financeira, Aritmética e Geometria
Computador pessoal	Machine Learning for Kids ¹⁴	Álgebra

As atividades são organizadas para serem realizadas tanto em sala de aula, quanto no espaço *maker*.

Na sala de aula os estudantes recebem formação em programação visual em blocos por meio das plataformas Code.org, Scratch 3 e Scratch para Arduino; e também em

⁸ É o software disponível com a permissão para qualquer um usá-lo, copiá-lo, e distribuí-lo, seja na sua forma original ou com modificações, gratuitamente ou com custo [25]

⁹ <https://code.org/>

¹⁰ <https://scratch.mit.edu/>

¹¹ <http://s4a.cat/>

¹² <https://inkscape.org/pt-br/>

¹³ <https://www.tinkercad.com/>

¹⁴ <https://machinelearningforkids.co.uk/>

modelagem 2d e 3d, com softwares como o Inkscape e o Tinkercad. Durante o desenvolvimento dos projetos, e seguindo o método do Design Thinking, também é em sala de aula que os planejamentos e atividades relativas à *imersão e ideação* acontecem.

No espaço *maker*, os estudantes recebem formação para o uso da Impressora 3D, da Cortadora a laser, e demais equipamentos de Fabricação Digital. É também no espaço *maker* que a fase de *prototipação* dos projetos é realizada.

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

Uma proposta de ensino-aprendizagem progressiva precisa estar alinhada com uma metodologia que atenda às necessidades dos educandos e dos educadores, para que as ações sejam orientadas, e as atividades que compõe o currículo, tenham início, meio e fim.

A disciplina Matemática *Maker* se caracteriza por ser colaborativa, ou seja, os estudantes trabalham em equipe em prol de uma finalidade em comum, dividindo responsabilidades e compartilhando aprendizagens, e também se caracteriza por ser mão na massa, através da prototipagem das soluções encontradas.

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

Como inicialmente citado na seção 2.2, 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).

Um estudo realizado por Schneider e Blikstein (2015), com o uso de uma interface tangível para o ensino de conceitos de probabilidade, demonstrou que quando os estudantes iniciam os estudos de um novo tema a partir de exploração e descoberta, para depois formalizarem seu conhecimento através de recursos didáticos tradicionais, o ganho é 27% maior do que quando o caminho é inverso, ou seja, quando o processo de ensino-aprendizagem por meios tradicionais é seguido por exploração.

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.

Através da união entre pontos de interesse da APD e da metodologia da ABP, a disciplina Matemática *Maker* explora os conceitos matemáticos que estão intrínsecos durante a fase pesquisa, no processo de ideação e no desenvolvimento de protótipos para solução de problemas reais.

5. Metodologia - 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). A RBAC tem o apoio de instituições como a Fundação

Lemann¹⁵ e a MIT Media Lab¹⁶. Esse grupo foi escolhida para realizar a avaliação da proposta, pois possuem parâmetros para comparar a metodologia da disciplina Matemática *Maker* com suas próprias práticas e ações.

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. Os respondentes são solicitados a indicar seu nível de concordância com uma determinada declaração por meio de uma escala ordinal (BERTRAM, 2006).

A escala Likert do formulário possui 5 níveis (Tabela 1).

Tabela 1 - Escala Likert utilizada nessa avaliação

1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo	Indiferente (neutro)	Concordo	Concordo totalmente

O formulário contou com 8 afirmações diretamente relacionadas à implementação da disciplina, considerando a relevância, os recursos e a metodologia (Quadro 4). As quatro primeiras afirmações buscavam respostas sobre as mudanças na educação no Brasil e as quatro seguintes exploraram a disciplina Matemática *Maker*.

Quadro 4 – Afirmações dos respondentes

Considerando a apresentação detalhada da disciplina Matemática <i>Maker</i> 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.

¹⁵ <https://fundacaolemann.org.br/>

¹⁶ <https://www.media.mit.edu/>

A5. Considero que a Abordagem STEM, o Movimento *Maker* 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.

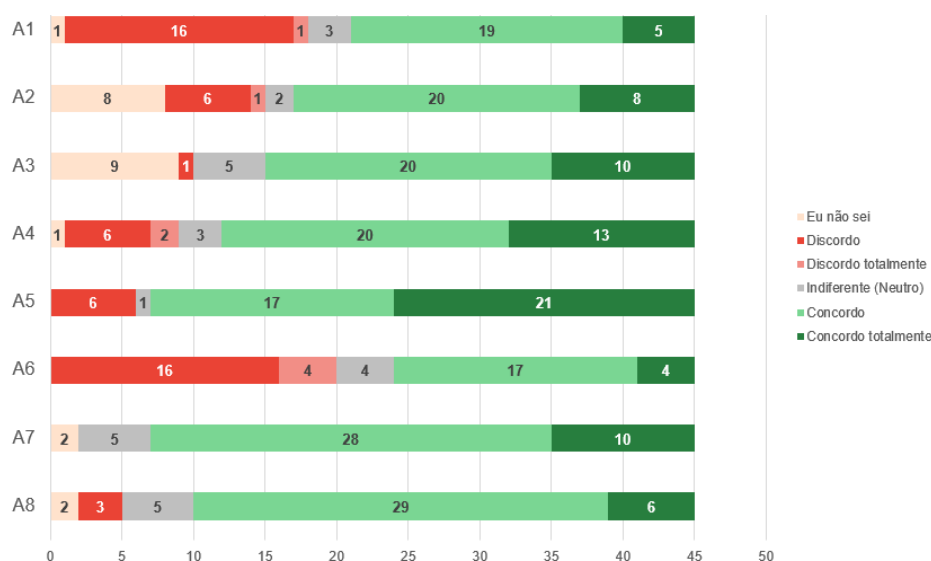
A7. Para a disciplina Matemática *Maker*, o método de Aprendizagem Baseada em Projetos parece ser um eficaz conjunto de ferramentas para o desenvolvimento de protótipos.

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 *Maker*, está propondo.

6. Análise e Discussão dos Dados

A Figura 4 apresenta as respostas dadas pelos participantes.

Figura 4 – Gráfico da avaliação da oficina



Fonte: Autores

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. Conclusões e Trabalhos Futuros

Ao se propor um meio de ensinar diferente do tradicional, é natural que haja estranheza entre os atores do sistema em vigor. Afinal, mudança pode causar insegurança.

Quando o educador inova em seus métodos, e tem a convicção de que o processo de inovação faz parte das mudanças pelas quais a sociedade passa, é importante que a sua proposta tenha bases teóricas consistentes. Resistir e persistir, no que se acredita ser o melhor caminho para a educação, é um ato de coragem, porém também deve ser um ato responsável.

A educação *maker* tem ampliado seu campo de atuação no Brasil por meio da resiliência de educadores que se mantêm firmes no entendimento que a escola deve preparar o educando para um mundo em constante transformação. Mas também por meio de educadores que têm validado o seu trabalho através de pesquisas e publicações acadêmicas de seus resultados.

O estudo apresentado nesse artigo apresenta 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 oficina 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 de propor recursos que possam ser utilizados sem restrições. Além disso, o pareamento entre pré-requisitos matemáticos para o uso de hardwares e softwares, e conceitos formais de matemática, também foi realizado, e, finalmente, a disciplina foi implementada, após a validação por meio de pesquisa de reação com 45 professores da Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa e a aprovação da equipe de matemática da Escola SESC de Ensino Médio.

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

Referências Bibliográficas

ADOLPHSON; Keith Victor. **Mathematical embodiment through robotics activities**. Ph.D thesis. University of Oklahoma, 2002.

ARDITO, Gerald; MOSLEY, Pauline; SCOLLINS, Lauren. **WE, ROBOT Using Robotics to Promote Collaborative and Mathematics Learning in a Middle School Classroom**. Middle Grades Res. J., 2014

BERRY, Robert Q.; BULL, Glen; BROWNING, Christine; THOMAS, Christine; STARKWEATHER, Glen; AYLOR, James. **Use of Digital Fabrication to Incorporate Engineering Design Principles in Elementary Mathematics Education**. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 2010.

BERTRAM, Dane. **Likert Scales - 2006**. Disponível em: <http://poincare.matf.bg.ac.rs/~kristina/topic-dane-likert.pdf>. Acesso em: 09 out. 2021.

BLIKSTEIN, Paulo. **Digital Fabrication and “Making” in Education: The Democratization of Invention**. FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors, 2013.

BLIKSTEIN, Paulo; KRANNICH, Dennis. **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, 2013.

BNCC - **Base Nacional Comum Curricular (2018) “Matemática e suas Tecnologias”**. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 09 out. 2021.

BRANSFORD, John D.; SCHWARTZ, Daniel L. **Rethinking Transfer: A Simple Proposal with Multiple Implications**. *Review of Research in Education* 24, 1999.

BULL, Glen; CHIU, Jennifer; BERRY, Robert; LIPSONAND, Hod; XIE, Charles. **Advancing Children’s Engineering Through Desktop Manufacturing**. In: J.M. Spector, M.D. Merrill, J. Elen, M.J. Bishop (Eds.), *Handb. Res. Educ. Commun. Technol.*, 4th ed., Springer Science+Business Media, New York, 2014: pp. 675–688. doi:10.1007/978-1-4614-3185-5, 2014.

CSPATHSHALA. **Computational Thinking in K-12 Education**. Disponível em: <https://cspathshala.org/2017/10/25/computational-thinking-curriculum>. Acesso em: 09 out. 2021.

CORDOVA, Tania; VARGAS, Ingobert. **Educação Maker SESI-SC: inspirações e concepção**. FabLearn Brasil, 2016.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**. 9.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. p.96, 1998.

HALVERSON, Erika R.; SHERIDAN, Kimberly. **The maker movement in Education**. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495–504, 2014.

INEP - **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2007)**. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/o-que-e-o-pisa/21206. Acesso em: 09 out. 2021.

KIRSCHNER, Paul A.; SWELLER, John; CLARK, Richard E. **Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching**. *Educational psychologist* 41.2: 75-86, 2016.

MACHADO, Adriana; CÂMARA, Juliana; WILLIANS, Vicente. **Robótica Educacional: Desenvolvendo Competências para o Século XXI**. Anais do III Congresso sobre Tecnologias na Educação. Ctrl+E 2018.

MEC - **Ministério da Educação - Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2018-pdf/102481-rceb003-18/file>. Acesso em: 09 out. 2021.

PRASAD, Kripa. S. **Learning Mathematics by Discovery**. *Academic Voices: A Multidisciplinary Journal*, 1, 31-33, 2011.

RBAC - Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa. **RBAC - Sobre a Rede**. Disponível em: <https://aprendizagemcriativa.org/pt-br/sobre-rbac>. Acesso em: 09 out. 2021.

SANTOS, Beatrice P.; ALBERTO, Agostinho; LIMA, Tânia M.; SANTOS, Beatrice. **Indústria 4.0: desafios e oportunidades**. Revista Produção e Desenvolvimento, v. 4, n. 1, 2018.

SBC - **Sociedade Brasileira de Computação**. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/noticias/10-slideshow-noticias/2071-trabalho-sobre-pensamento-computacional-edestaque-na-globo>. Acesso em: 09 out. 2021.

SCHNEIDER, Bertrand; BLIKSTEIN, Paulo. **Using exploratory tangible user interfaces for supporting collaborative learning of probability**. IEEE TLT. in press, 2015.

SILVEIRA, Luiza H. S. D.; MATURANO, Ediane C. P. L.; SOUZA, Helcimara A.; VIANA, Delaine G.; BUENO, S. M. V. **Aprendizagem colaborativa numa perspectiva de educação sem distância**. Revista Eletrônica Gestão e Saúde, (1), 1187- 1197, 2012.

SILVEIRA, Marisa Rosâni Abreu. **“Matemática é difícil”**: um sentido pré construído evidenciado na fala dos alunos. Anais da Anped, GT 19, 2002.

TILLMAN, Daniel A.; AN, Song A.; COHEN, Jonathan D.; KJELLSTROM, Willian; BOREN, Rachel L. **Exploring Wind Power: Improving Mathematical Thinking through Digital Fabrication**. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 23(4), 401-421. Waynesville, NC USA, 2014.

TORRES, Patricia L.; ALCANTARA, Paulo R.; IRALA, Esrom. A. F. **Uma Proposta de Aprendizagem Colaborativa para o Processo Ensino Aprendizagem**. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v.4, n.13, p.129-145, 2004.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Educação para a cidadania global: preparando alunos para os desafios do século XXII**. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000234311>. Acesso em: 09 out. 2021.

VIANNA, Maurício; LUCENA, Brenda; ADLER, Isabel K.; VIANNA, Ysmar; RUSSO, Beatriz. **Design thinking: inovação em negócios**. Rio de Janeiro: MJV Press. 162p., 2012.

Recebido em Outubro 2021

Aprovado em Novembro 2021