

# Como os Laboratórios *Makers* são Utilizados no Ensino e Aprendizagem de Matemática? Uma Revisão Sistemática da Literatura

## How Are Maker Labs Used in the Teaching and Learning of Mathematics? a Systematic Literature Review

Eduardo Meliga Pompermayer\*<sup>ab</sup>; Marcus Vinicius de Azevedo Basso<sup>b</sup>

\*Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Canoas. RS, Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. RS, Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS, Brasil.

\*E-mail: [eduardo.pompermayer@canoas.ifrs.edu.br](mailto:eduardo.pompermayer@canoas.ifrs.edu.br)

---

### Resumo

A preocupação com novos métodos de ensino e aprendizagem em matemática é constante nos debates entre pesquisadores da área. A busca por esses métodos de ensino é importante para uma modernização da sala de aula e um recurso que pode auxiliar nesse processo são os laboratórios *makers*. Com o objetivo de analisar quais são as iniciativas adotadas por pesquisadores para o ensino e aprendizagem de matemática dentro dos espaços *makers*, é apresentada nesse artigo uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). A pesquisa é norteada por três perguntas: (1) Como estão sendo utilizados os espaços *makers* no ensino de matemática? (2) Existem metodologias estruturadas pensadas para a utilização de espaços *makers*? (3) Quais são os aportes teóricos utilizados para os estudos aplicados em espaços *makers*? Após aplicada a metodologia da RSL, foram selecionados quatorze artigos que tratam do tema, os quais foram pesquisados em bases internacionais de grande abrangência e em três línguas: português, espanhol e inglês. A partir de uma análise qualitativa desses trabalhos foi possível verificar que existem iniciativas que apresentam resultados promissores para o ensino e aprendizagem de matemática em espaços *makers*. As quais, em sua maioria, com público-alvo os alunos, sendo necessário uma atenção maior a formação docente. Além disso, é necessário buscar criar estruturas que possam ser facilmente replicáveis em diferentes realidades e de forma integrada ao currículo escolar, não apenas em atividades isoladas. Ainda, os aportes teóricos são os mais variados possíveis, tendo como destaque a utilização do Construcionismo como base para boa parte dos estudos. **Palavras chaves:** Ensino de Matemática. Aprendizagem Matemática. Laboratórios Makers. Espaços de Criação.

### Abstract

*The concern for new methods of teaching and learning mathematics is a constant topic of discussion among researchers in the field. The search for these teaching methods is essential for modernizing the classroom, and one resource that can assist in this process is maker labs. This article presents a Systematic Literature Review (SLR) with the aim of analyzing the initiatives adopted by researchers for teaching and learning mathematics within maker spaces. The research is guided by three questions: (1) How are maker spaces being used in the teaching of mathematics? (2) Are there structured methodologies designed for the use of maker spaces? (3) What theoretical frameworks are employed in studies conducted in maker spaces? Following the application of the SLR methodology, fourteen articles addressing this topic were selected, which were researched in internationally comprehensive databases and in three languages: Portuguese, Spanish, and English. Through a qualitative analysis of these works, it was possible to identify initiatives that show promising results for the teaching and learning of mathematics in maker spaces, primarily targeting students, necessitating greater attention to teacher training. Furthermore, it is necessary to create structures that can be easily replicable in different contexts and integrated into the school curriculum, rather than as isolated activities. Additionally, the theoretical frameworks vary widely, with Constructionism standing out as the foundation for a significant portion of the studies.*

**Keywords:** Mathematics Teaching. Mathematics Learning. Makers Laboratories. Creation Spaces.

---

### 1 Introdução

Cada vez mais nossa sociedade demanda, em diversas áreas, por pessoas capazes de resolver problemas para os quais são exigidas uma grande variedade de competências. No entanto, no campo educacional, para alcançarmos uma formação que prepare os alunos para essas exigências, ainda há um longo caminho a ser percorrido. Quando analisamos os dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), este teve como meta em 2019 o atingimento mínimo de 5,2 pontos, sendo que o resultado obtido foi de apenas 4,9 pontos. Considerando o último resultado do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

(PISA) no Brasil, a situação crítica se confirma, pois 68,1 por cento dos alunos não atingiram os níveis esperados em matemática. Diante deste cenário é importante buscar alternativas que possibilitem um ensino e aprendizagem mais interessante e efetivo aos jovens. Pensando no ensino de matemática, é importante pensá-lo de forma integrada ao cotidiano dos alunos, e não uma ciência isolada que serve apenas para revolver problemas específicos ou para a aprovação em processos seletivos.

Uma ferramenta que pode ser utilizada para melhorar esses índices referentes ao ensino de aprendizagem são os laboratórios *makers*<sup>1</sup>. Os quais têm crescido em número no Brasil nos últimos

---

1 É um ambiente equipado com ferramentas, equipamentos como impressoras 3D e cortadoras a *laser* e recursos necessários para a construção dos mais diversos projetos. É um espaço de prototipagem e inovação.

anos, mas sendo ainda esses recursos limitados a poucas instituições de ensino que podem adquirir tais equipamentos (Costa, & Pelegrini, 2017). Porém, outro entrave para o crescimento de tais espaços é capacitação de professores para o uso dessas tecnologias. Algumas pesquisas já mostram o grande potencial desses laboratórios (Borges, 2018), apesar disso é necessário continuar avançando nesses estudos. Principalmente buscando maneiras de envolver os estudantes e educadores no processo de criação de objetos de ensino a partir de recursos utilizados em laboratórios *makers*. Para isso é preciso encontrar novas possibilidades que possam atrair a atenção de estudantes e professores para a criação de objetos educacionais. Com o objetivo de investigar como esses espaços têm sido utilizados para o ensino e aprendizagem de matemática, neste artigo é apresentada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) referente ao tema, buscando analisar trabalhos no mundo todo que tem se debruçado especificamente no estudo e análise do ensino e da aprendizagem matemática em laboratórios *makers*.

Ao longo da pesquisa foram analisadas pesquisas que mencionavam o estudo e aprendizagem de matemática, mas sem ter como o objetivo na análise mais específica desses tópicos. Isso ocorreu principalmente em trabalhos relacionados com a educação STEAM<sup>2</sup> (do inglês: Ciências, Tecnologias, Engenharia, Artes e Matemática), nos quais o ensino e aprendizagem de matemática eram citados, porém não foram alvo de análise por parte dos pesquisadores. Diante de tal quadro optou-se por realizar uma análise qualitativa dos trabalhos selecionados, buscando compreender o que tem se pesquisado em relação ao ensino e aprendizagem de matemática em laboratórios *makers*.

Na próxima seção é apresentada a metodologia utilizada para a elaboração da Revisão Sistemática da Literatura. Na sequência são apresentadas as caracterizações dos trabalhos, com o objetivo de ajudar a compreender melhor onde e como ocorrem tais estudos. Na quarta seção são apresentados os dados que foram analisados em cada artigo para auxiliar nas respostas das perguntas norteadoras. Na seção cinco teremos as respostas para as questões norteadoras através da análise dos estudos selecionados. Por fim, na seção seis, são apresentadas as considerações finais.

## 2 Desenvolvimento

### 2.1 Metodologia

A RSL se trata de uma técnica de pesquisa a qual segue uma metodologia bem estruturada, que deve ser bem documentada para garantir a confiabilidade do estudo. Nesta seção serão descritas as decisões tomadas e cada etapa realizada durante o processo de busca. Não sendo encontrada uma RSL que tratasse do ensino e aprendizagem de matemática em espaços

*makers*, decidiu-se realizar tal estudo a fim de verificar o que tem se estudado sobre o tema.

Com o objetivo principal determinado foram criadas três questões específicas a serem investigadas:

- Como estão sendo utilizados os espaços makers no ensino de matemática?
- Existem metodologias estruturadas pensadas para a utilização de espaços makers?
- Quais são os aportes teóricos utilizados para os estudos aplicados em espaços makers?

Com essas questões, iniciou-se a busca por palavras-chaves que com elas estivessem relacionadas, para tal organizou-se dois grupos, um relacionado ao ensino e aprendizagem de matemática e outro com os espaços *makers*. A partir da combinação dessas palavras, junto com seus sinônimos, foi criada uma *string* de busca, a qual passou por processos de aperfeiçoamento, buscando aprimorar os termos e sinônimos utilizados, para que o maior número de trabalhos relacionados fosse encontrado nas buscas nas bases de dados escolhidas. Optou-se por realizar tal busca em trabalhos publicados em três idiomas, português, inglês e espanhol, desta forma foram utilizadas as palavras e sinônimos nessas línguas (Quadro 1).

**Quadro 1** - Palavras-chave utilizadas na *string* de busca

Área	Palavras-chaves e sinônimos em cada um dos idiomas		
Ensino de matemática	Ensino de matemática; Aprendizagem em matemática; educação matemática;	Mathematics learning; math education; math teaching; mathematics education; mathematics teaching	aprendizaje de las matemáticas; educacion matemática; enseñanza de las matemáticas
Espaços Makers	Espaços Makers; Laboratórios Makers; fablabs;	Hackerspaces; hackspaces; maker culture; maker education; maker lab; makerspace;	Espacios creadores; educación creadora; espacio de creación; espacios hacker; laboratorios de fabricantes;

Fonte: dados pesquisa.

Na sequência do trabalho foram definidas as bases de dados utilizadas para as buscas, foram escolhidas bases que abrangessem o maior número possível de trabalhos nas línguas escolhidas. Desta forma foram selecionadas as seguintes bases de dados: Web of Science, Scielo, Scopus, Springer e a revista RENOTE. Aplicando a *string* de busca nessas bases foram encontrados um total de 481 trabalhos. Então, definiu-se os critérios de inclusão e exclusão para a avaliação de cada um dos trabalhos encontrados. Foram definidos quatro critérios de inclusão e quatro critérios de exclusão.

Para a elaboração desses critérios foram levados em

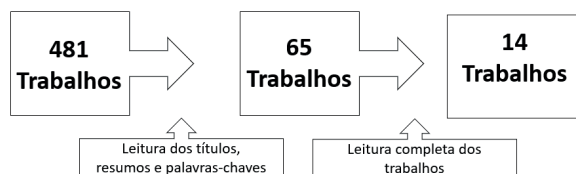
<sup>2</sup> Para despertar o interesse dos estudantes nas cinco áreas do conhecimento envolvidas, a educação STEAM propõe atividades dinâmicas e participativas, nas quais os alunos colocam a mão na massa para transformar suas ideias em realidade.

consideração vários pontos julgados importantes para as análises de trabalhos relacionados ao tema da pesquisa. Além dos trabalhos estarem escritos nas três línguas predeterminadas buscou-se trabalhos que utilizavam laboratórios *makers* e não apenas alguns elementos ou ferramentas encontradas neles. Também, o objetivo é analisar práticas de ensino e não apenas estudos teóricos, dessa forma trabalhos que utilizam a cultura *maker* sem uma prática escolar não fizeram parte deste estudo. Buscando manter a pesquisa em um período atual sem deixar trabalhos possivelmente relevantes de fora foi definido o período entre 2016 e 2023. Para os critérios de exclusão optou-se por analisar apenas trabalhos que fossem artigos completos publicados em períodos ou anais de eventos ou ainda capítulos de livros. Os trabalhos necessariamente deveriam utilizar laboratórios *makers*, dessa forma estudos que utilizam práticas *makers* em outros espaços foram excluídos. Como o objetivo dessa pesquisa é analisar o ensino e aprendizagem de matemática em laboratórios *makers* também não foram alvo desta pesquisa estudos que não analisam o ensino de matemática em laboratórios *makers* ou não abordam o ensino e a aprendizagem de matemática.

Após a elaboração dos critérios de exclusão e inclusão se passou a primeira etapa da seleção, essa se deu a partir da leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves dos trabalhos. A partir dessa primeira etapa foram selecionados 65 trabalhos, os quais na segunda etapa de seleção foram lidos na íntegra

para se chegar ao número final de 14 trabalhos selecionados (Figura 1).

**Figura 1** - Sequência da Revisão Sistemática da Literatura



Fonte: dados da pesquisa.

Os 14 trabalhos foram analisados para categorizar as informações contidas nas pesquisas, buscando identificar elementos em comum e os principais fatores que foram levados em conta em cada pesquisa. Na seção seguinte apresentamos alguns dos dados verificados.

### Caracterização dos trabalhos

Para análise dos trabalhos selecionados optou-se por um modelo qualitativo, que se deu a partir da leitura dos trabalhos, buscando identificar os principais pontos de cada pesquisa. Mas também se realizou uma tabulação de alguns dados considerados importantes para a caracterização das pesquisas que tinham como foco o ensino e a aprendizagem de matemática a partir de práticas em laboratórios *makers* (Quadro 2).

**Quadro 2** - Trabalhos selecionados com itens para caracterização

Título	Ano	País	Público-alvo	Tamanho da amostra	Tipo de análise	Instrumento de análise
Craftland is Mathland: Mathematical insight and the generative role of fiber crafts in maker education	2022	Estados Unidos	Artesãos	65	qualitativa	Entrevista semiestruturada
Maker Math: Exploring Mathematics through Digitally Fabricated Tools with K-12 In-Service Teachers	2022	Estados Unidos	Professores	9	Qualitativa	Notas de observação, entrevistas semiestruturadas em grupo, artefatos e pesquisa de acompanhamento.
Designing Maker initiatives for educational inclusion	2022	Austrália	Estudantes	34	Quantitativa e Qualitativa	Pesquisa de Atitude Escolar
Whose Spatial Ability Benefits from Learning with 3D Design? From the Perspective of Learning Analysis	2022	China	Estudantes	185	Quantitativa	quase-experimental
Developing Pre-service Teachers Conceptualization of STEM and STEM Pedagogical Practices	2021	Albânia	Professores em formação	40	Qualitativa	Questionário
Unpacking mathematical play within makerspaces using embodied cognition	2020	Estados Unidos	Estudantes	5	Qualitativa	Gravação em vídeo
A Phenomenography Study of STEM Teachers' Conceptions of Using Three-Dimensional Modeling and Printing (3DMP) in Teaching	2023	Montenegro,	Professores	37	Qualitativa	Entrevistas em grupo (abordagem fonográfica)
3DnST: A Framework towards Understanding Children's Interaction with Tinkercad and Enhancing Spatial Thinking Skills	2021	Estados Unidos	Estudantes	21	Qualitativa	Pesquisas, notas de campo, gravação de tela, artefatos criados pelos estudantes

Título	Ano	País	Público-alvo	Tamanho da amostra	Tipo de análise	Instrumento de análise
Digital {Making} in {Elementary} {Mathematics} {Education}	2017	Canadá	Estudantes	Não informado	Qualitativa	Análise de produções dos estudantes
Effect of the collaboration between MakerSpace, University, and elementary Schools on student STEM attitudes: Bringing the maker movement to elementary schools	2022	Estados Unidos	Estudantes	21	Quantitativa	quase-experimental
Mathematics learning as embodied making: primary students' investigation of 3D geometry with handheld 3D printing technology	2022	Hong Kong	Estudantes	117	Quantitativa e Qualitativa	Pesquisa baseada em design quase-experimental Vídeio
Making ``Math Making{``} Virtual	2020	Canadá	Professores	NI	Qualitativa	Observações
Children's negotiations of visualization skills during a design-based learning experience using nondigital and digital techniques	2018	Estados Unidos	Estudantes	20	Qualitativa	Observações, notas de campo, protocolos de pensamento, artefatos,
Engineering skills that emerge during model-eliciting activities (MEAs) based on 3D modeling done with mathematics pre-service teachers	2019	Turquia	Professores em formação	58	Qualitativa	Caso holístico único, entrevistas individuais semiestruturadas

Fonte: dados da pesquisa.

### 2.1.2 Período de publicação dos trabalhos

O período no qual os trabalhos foram publicados variou entre os anos de 2017 e 2023, sendo aproximadamente 43% (n=6) publicados no ano de 2022. Na sequência aparecem os anos de 2022 e 2021 com 14% (n=2) cada e os anos de 2017, 2018, 2019 e 2023 todos com 7% (n=1) cada.

### 2.1.3 Distribuição geográfica dos trabalhos

As pesquisas selecionadas são de um total de oito países, sendo a maioria deles realizados nos estados unidos (n=6), outras duas pesquisas foram realizadas no Canadá. Outros países que aparecem na seleção, cada um com um trabalho, são China, Albânia, Turquia, Austrália, Hong Kong e Montenegro.

### 2.1.4 Público-alvo

As pesquisas tiveram basicamente dois públicos-alvo, professores e estudantes, apenas uma das pesquisas que teve objetivo de analisar uma comunidade diferente, artesões que trabalhavam com tecelagem. Quando o objetivo foi trabalhar com estudantes obteve-se 64% (n=9) das pesquisas, enquanto 28% (n=4) delas trabalharam com docentes. Desse último grupo, dois deles trabalharam com docentes em formação.

Além disso, foi possível identificar o tamanho das amostras de cada pesquisa, sendo que duas delas não informaram com quantos participantes se deram as atividades. Considerando as outras doze podemos verificar que as amostras variaram de cinco a cento e oitenta e cinco participantes. Tendo esses trabalhos uma média de 55 participantes e mediana de 35,5.

### 2.1.5 Tipo de análise

Para melhor entender os modelos aplicados para análise dos dados das pesquisas selecionadas, verificou-se quais foram

os tipos de análise utilizadas. Dos quatorze trabalhos 71% (n=10) utilizaram uma análise qualitativa para a interpretação de seus dados, as principais ferramentas utilizadas para a análise nesses casos foram entrevistas semiestruturadas, notas de observação e avaliação das construções dos estudantes, ainda apareceram outras opções como gravação das atividades e pesquisas com os participantes.

Dois trabalhos adotaram a análise quantitativa, sendo um deles utilizando um método experimental com um grupo de controle e outro grupo no qual foi aplicada a atividade, utilizando-se de um pré-teste e um pós-teste para análise dos resultados. O outro trabalho utilizou uma pesquisa quase-experimental, nesse caso sem utilizar de um grupo de controle. Outros dois trabalhos utilizaram uma metodologia de pesquisa mesclando as análises quantitativa e qualitativa, um desses trabalhos utilizou uma pesquisa de atitude escolar para analisar seus dados, enquanto o outro utilizou uma pesquisa baseada em design, vídeos e aplicação de um teste antes e após a aplicação das atividades.

## 2.2 Resultados e discussão

Para buscar responder as três perguntas norteadoras deste trabalho, foram analisados outros dados nos quatorze trabalhos selecionados, criando para cada pergunta alguns subitens. Para a pergunta "Como estão sendo utilizados os espaços *makers* no ensino de matemática?" foram criados os seguintes subitens: público-alvo; momento de utilização e tipo de avaliação do ensino e da aprendizagem de matemática. O objetivo de observar o público-alvo de cada pesquisa é verificar se além do trabalho com estudantes existem iniciativas para a formação docente. Já o subitem que trata de quando estão utilizadas atividades com laboratórios *makers* busca verificar se as atividades ocorrem em momentos



integrados com as aulas ou são apenas atividades isoladas. Por fim, o terceiro subitem tem como objetivo verificar quais são as possibilidades para a avaliação do ensino de aprendizagem. Aqui vale destacar que avaliar o ensino e a aprendizagem é algo muito desafiador, tornando fundamental analisar as estratégias utilizadas por diferentes pesquisadores ao redor do mundo.

Na segunda questão norteadora “Existem metodologias estruturadas pensadas para a utilização de espaços *makers*?”, elaborou-se dois subitens: se o trabalho apresenta uma estrutura replicável e quais foram os equipamentos utilizados na pesquisa. O primeiro desses dois subitens foi criado com o objetivo de analisar se os estudos possibilitam que as atividades sejam replicadas por outros pesquisadores em diferentes ambientes, ou seja, se têm o objetivo de fornecer uma estrutura que auxilie na difusão de forma facilitada das atividades apresentadas. Já o segundo subitem busca compreender se existe uma preferência por certos equipamentos para a realização dos trabalhos, buscando auxiliar professores que estejam interessados em trabalhar com essas ambientes na escolha dos recursos com maior potencial de uso.

Para a terceira pergunta norteadora do trabalho “Quais são os aportes teóricos utilizados para os estudos aplicados em espaços *makers*?”, foram criados mais dois subitens: teorias educacionais e tipo de validação. O primeiro com o objetivo de analisar quais tem sido os aportes teóricos utilizados nos trabalhos, também com o objetivo de analisar se existem teorias que têm uma presença maior nas pesquisas. Já o subitem que trata do tipo de validação busca compreender se as pesquisas têm preferido utilizar análises qualitativas ou quantitativas e como têm sido aplicados esses modelos.

A partir da leitura dos 14 artigos selecionados e análise de todos os itens selecionados, foi possível interpretar os dados a fim de responder as três perguntas norteadoras deste trabalho. Passamos agora para a análise de cada uma destas perguntas.

- Como estão sendo utilizados os espaços *makers* no ensino de matemática?

A maioria dos estudos encontrados teve o seu foco em atividades com estudantes, sendo apenas quatro deles tendo como público-alvo professores ou docentes em formação (Harron et al., 2021, Berisha et al. 2021; Figg et al., 2019). Podemos assim observar que as pesquisas estão focadas principalmente em como utilizar os laboratórios *makers* com os estudantes e pouco na formação docente. Ainda vale destacar que os espaços *makers* são versáteis e podem apresentar diferentes características, ou seja, esses espaços podem ser idealizados de diferentes formatos, um exemplo é o trabalho que analisa a aprendizagem matemática de artesões que trabalham com tecelagem (Peppler et al., 2022), utilizando um ambiente não escolar.

Quando analisamos a forma de como se deram essas atividades podemos observar que a maioria são de curto prazo, com duração entre uma e três aulas, num espaço de tempo

entre duas e três semanas. Poucos trabalhos buscaram realizar atividades mais integradas aos currículos escolares (Hughes et al., 2019), com duração de até 10 semanas. Quando observamos as atividades voltada a formação docente, verificamos que apenas uma teve uma duração maior (Berisha et al., 2021), com um total de oito oficinas ao longo de oito semanas. Desta forma, podemos verificar que a integração de forma mais natural dos espaços *makers* às atividades escolares, bem como uma formação continuada aos professores, ainda são desafios a serem superados, pois na maioria das vezes encontramos atividades isoladas e de curta duração.

Quando observamos como se deu os métodos para avaliar o processo de ensino e aprendizagem durante as atividades, podemos encontrar uma boa diversidade de estratégias e diferentes tipos de coletas de dados para análise. Como a maioria dos trabalhos optaram por uma análise qualitativa, temos como os principais recursos utilizados a análise da produção dos alunos, gravação de aulas, entrevistas semiestruturadas, observação das atividades e notas de campo. Quanto as pesquisas que optaram por uma análise quantitativa (Guo et al., 2022; Lyublinskaya et al., 2019) ambas aplicaram uma pesquisa quase-experimental, aplicando pré-teste e posteriormente pós-teste, com apenas uma delas utilizando grupo de controle. Ainda, dois trabalhos optaram por utilizar uma pesquisa qualitativa e quantitativa (Ng et al, 2022), mesclando suas análises com a observação das atividades, aplicando questionários e utilizando um modelo quase-experimental. Podemos observar que as estratégias para análise no ensino e aprendizagem de matemática em atividades nos espaços *makers* são as mais variadas, cabendo ao pesquisador verificar quais melhor se encaixam com a sua realidade. Também vemos um pequeno número de trabalhos utilizando pesquisas quantitativas, um dos fatores para tal pode ser o fato da maioria dos trabalhos utilizaram amostras não tão significativas.

- Existem metodologias estruturadas pensadas para a utilização de espaços *makers*?

Quando o objetivo é analisar a possibilidade de as atividades serem replicadas por outros profissionais da educação, podemos verificar que apenas cinco trabalhos não apresentaram detalhamento suficiente (Peppler et al., 2022; Leonard et al., 2022; Gyo et al., 2022; Andic et al.; 2023; Guler et al., 2019). Dos nove trabalhos que apresentam ao longo do seu texto dados suficientes para a possível aplicação da atividade por outros pesquisadores, apenas quatro deles tiveram como propósito criar e apresentar uma estrutura com todos os passos e atividades de forma clara (Harron, et al., 2022; Berisha et al., 2021; Lyublinskaya et al., 2019; Figg, Candace et al., 2020). Nos outros cinco trabalhos são necessárias as leituras dos textos para entender as atividades e sua possível adaptação para diferentes realidades. Fica claro que a elaboração de atividades semiestruturadas para o ensino e aprendizagem e matemática em espaços *makers* ainda é um

campo que precisa ser explorado. Quando pensamos nelas integradas ao currículo escolar, a necessidade é maior ainda, pois a maioria das pesquisas que apresentaram tais estruturas eram no formato de oficinas de curto prazo, apenas uma sendo aplicada em sala de aula com estudantes, mas com duração de três semanas (Lyublinskaya et al., 2019).

Os equipamentos e recursos utilizados são os mais variados possíveis, de material escolar como papel, tesoura e cola, até recursos tecnológicos como tablets, impressoras 3D, cortadoras laser, Arduino e robôs criados para aplicações educacionais. Entre esses recursos podemos destacar que a utilização de softwares de modelagem e as impressoras 3D foram os mais frequentemente utilizados nos trabalhos. Desta forma, podemos verificar que os espaços *makers* podem ser adaptados de diferentes maneiras, com os mais variados recursos para as realidades educacionais mais diversas.

- Quais são os aportes teóricos utilizados para os estudos aplicados em espaços *makers*?

Ao analisar os aportes teóricos encontramos uma grande variedade de teorias educacionais dando suporte às pesquisas, cada um dentro de seu contexto. Algo que fica evidente nessas teorias utilizadas é a propostas de um aluno ativo, onde ele é protagonista da aprendizagem e o professor passando para um papel de mediador neste processo. É possível destacar duas teorias que pareceram com mais frequência, a primeira é o Construcionismo de Seymour Papert, na qual, ainda nos anos oitenta, já propunha uma aprendizagem onde os estudantes utilizando tecnologias seriam protagonistas. A teoria de Papert tem como base explorar a tecnologia como ferramentas para trabalhar e pensar novas ideias (Papert, 2008) sem repetir os métodos de ensino tradicionais, o que vai ao encontro das propostas de utilização dos espaços *makers* que encontramos atualmente. A segunda teoria em destaque é referente a educação STEAM que propõe de forma integrada o ensino e aprendizagem de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Logo, também tendo grande conexão com as propostas dos laboratórios *makers* que na confecção dos mais diversos artefatos, possibilitam a integração de conhecimento de diversas áreas.

Como mencionado anteriormente, ao analisarmos as estratégias de avaliação do ensino e da aprendizagem, na maioria dos casos analisados neste trabalho, os pesquisadores optaram por uma abordagem qualitativa. Desta forma, utilizando de diversas teorias para interpretar os dados coletados e observados ao longo de suas pesquisas.

### 3 Conclusão

Nesse estudo foi possível obter um panorama geral de como se tem dado as pesquisas referentes ao ensino e aprendizagem de matemática em ambientes *makers*. Inicialmente o que se pode observar é que não existe um número tão grande de pesquisas focadas especificamente nesse tópico, a maioria dos estudos são mais abrangentes, analisando outras questões e

não necessariamente o ensino e aprendizagem de matemática. Principalmente em áreas como engenharia e educação STEAM, onde os estudos buscam compreender como desenvolver e analisar atividades que possam trabalhar esses assuntos de forma integrada nos laboratórios *makers*. Desta forma vemos que existe um campo aberto para estudos acerca do ensino e aprendizagem de matemática nesses ambientes.

Na sua maioria esses estudos têm como foco atividades com alunos, sendo poucos os com o objetivo de qualificação docente. É importante destacar que a formação docente continuada é fundamental para a melhora dos índices educacionais, sendo necessário realizar mais pesquisas e disponibilizar matérias de formação docente. Além disso, as atividades que tiveram como público-alvo os alunos foram em sua maioria de curta duração, principalmente no formato de oficinas. Para uma mudança realmente efetiva no sistema de ensino tais estratégias devem ser pensadas de forma integrada ao currículo, passando a ser parte do cotidiano escolar e não apenas atividades isoladas. No ensino e aprendizagem de matemática tal mudança deve vir acompanhada com uma ressignificação da matemática escolar, saindo do modelo de resolução de exercícios para uma um no qual a matemática é vista como uma ferramenta para solução de problemas do cotidiano e interesse do estudante.

Quanto a avaliação dos processos de ensino e aprendizagem encontramos um campo desafiador, pois é evidente como pode ser complexo a avaliação do ensino e principalmente da aprendizagem. Sendo um grande desafio e muito trabalhoso criar propostas e experimentá-las em amostras mais numerosas. Sendo na sua maioria essas análises de forma qualitativa em pequenos grupos, dessa forma é fundamental buscar embasamentos teóricos fortes para tal análise, bem como visto, utilizar os mais variados recursos para a análise do ensino e aprendizagem. Aqui temos um campo aberto para o estudo de diferentes estratégias para aplicação das atividades com grandes grupos e a utilização de métodos estatísticos, utilizando análises quantitativas.

A elaboração de estruturas que sejam adaptáveis a diferentes realidades é outro ponto que pode vir a ser explorado. Poucos trabalhos analisados trouxeram modelos de estruturas pedagógicas bem-organizadas possibilitando a sua fácil aplicação por outros professores. As pesquisas que trouxeram tais estruturas em geral tinham o formato de oficinas de pouca duração, dessa forma temos uma falta de propostas que apresentem arcabouços com flexibilidade em sua estrutura para que possam ser aplicados em diferentes realidades e principalmente integrados ao currículo escolar. Um ponto interessante observado nas pesquisas é a grande variedade de recursos e equipamentos que podem ser utilizados dentro de um espaço *maker*, dessa forma possibilitando a criação desses nos mais diversos contextos. Ao mesmo tempo, se nota que as atividades têm como objetivo a utilização dos equipamentos e recursos selecionados previamente, sem abrir a possibilidade de o estudante escolher livremente como gostaria de produzir

seus artefatos. Assim, temos mais um desafio interessante, pensar atividades que possibilitam que o estudante escolha livremente como e com quais recursos pretende trabalhar. Isso possibilitaria uma alta liberdade criativa, permitindo o desenvolvimento de múltiplas habilidades.

Analisando os referenciais teóricos utilizados pelos pesquisadores, notou-se que as possibilidades são as mais variáveis, que dependendo do contexto e do que se pretende analisar as atividades em laboratórios *makers* possibilitam a aplicação de diferentes teorias. Mas podemos verificar alguns pontos em comum, principalmente o protagonismo do estudante, onde vemos que são propostas de metodologias ativas, as quais colocam o estudante como ser ativo da aprendizagem. Junto com essa perspectiva, observamos uma mudança no papel do professor que toma uma postura de facilitador, com o a função de auxiliar e principalmente mediar as atividades realizadas pelos estudantes. Ou seja, essas propostas têm forte potencial para modificar o modelo tradicional da sala de aula.

Por fim, podemos verificar que essas atividades têm um alto grau de inovação e uso de aparato tecnológico e que existe grande possibilidade de estudo nesse campo. São grandes os desafios formação docente e a estrutura para a realização desse modelo de ensino. Porém, ao mesmo tempo foi possível observar que a possibilidade criativa para a adaptação de laboratórios *makers* em diferentes contextos é ampla. Quanto ao ensino e aprendizagem de matemática as pesquisas analisadas mostraram o grande potencial para uma ressignificação da matemática por parte de alunos e professores, mostrando que existe um grande campo aberto para novas pesquisas.

### Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul por apoiarem essa pesquisa.

### Referências

- Andić, B., Ulbrich, E., Dana-Picard, T., Cvjetičanin, S., Petrović, F., Lavicza, Z., & Maričić, M. (2023). A phenomenography study of STEM teachers' conceptions of using three-dimensional modeling and printing (3DMP) in teaching. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 45-60.
- Berisha, F., & Vula, E. (2021). Developing pre-service teachers conceptualization of STEM and STEM pedagogical practices. In *Frontiers in Education* (Vol. 6, p. 585075). Frontiers Media SA.
- Bhaduri, S., Bidy, Q.L., Bush, J., Suresh, A., & Sumner, T. (2021). 3DnST: A framework towards understanding children's interaction with Tinkercad and enhancing spatial thinking skills. In *Interaction Design and Children* (pp. 257-267).
- Borges, K.S. (2018). Um estudo sobre pensamento formal no contexto dos Makerspaces Educacionais.
- Costa, C. O., & Pelegrini, A. V. (2017). O design dos Makerspaces e dos Fablabs no Brasil: um mapeamento preliminar. *Design & Tecnologia*, 7(13), 57-66.
- Figg, C., Khirwadkar, A., & Welbourn, S. (2020). Making" Math Making" Virtual. *Brock Education: A Journal of Educational Research and Practice*, 29(2), 30-36.
- Guler, G., Sen, C., Ay, Z. S., & Ciltas, A. (2019). Engineering Skills That Emerge during Model-Eliciting Activities (MEAs) Based on 3D Modeling Done with Mathematics Pre-Service Teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 7(3), 251-270.
- Guo, S., Wang, X., Deng, W., Hong, J., Wang, J., & Wu, Y. (2022). Whose spatial ability benefits from learning with 3D design? From the perspective of learning analysis. *Educational Technology & Society*, 25(1), 179-192.
- Harron, J. R., Jin, Y., Hillen, A., Mason, L., & Siegel, L. (2022). Maker math: Exploring mathematics through digitally fabricated tools with K-12 in-service teachers. *Mathematics*, 10(17), 3069.
- Hughes, J., Gadanidis, G., & Yiu, C. (2017). Digital making in elementary mathematics education. *Digital experiences in mathematics education*, 3, 139-153.
- Leonard, S. N., Repetto, M., Kennedy, J., Tudini, E., & Fowler, S. (2023). Designing Maker initiatives for educational inclusion. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(3), 883-899.
- Lyubinskaya, I., & Sheehan, S. (2019). Effect of the Collaboration Between MakerSpace, University, and Elementary Schools on Student STEM Attitudes: Bringing the Maker Movement to Elementary Schools. In *Business Community Engagement for Educational Initiatives* (pp. 78-98). IGI Global.
- Ng, O. L., & Ye, H. (2022). Mathematics learning as embodied making: primary students' investigation of 3D geometry with handheld 3D printing technology. *Asia Pacific Education Review*, 23(2), 311-323.
- Papert, S. (2008). *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática* (edição revisada). Porto Alegre: Editora Artmed.
- Peppler, K. et al. (2022). Craftland is Mathland: Mathematical insight and the generative role of fiber crafts in maker education. *Frontiers in Education*.
- Shokeen, E., Katirci, N., Bih Fofang, J., Simpson, A., & Williams-Pierce, C. (2020). Unpacking Mathematical Play within Makerspaces using Embodied Cognition. In *Extended Abstracts of the 2020 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play* (pp. 365-369).
- Shokeen, E., Katirci, N., Bih Fofang, J., Simpson, A., & Williams-Pierce, C. (2020). Unpacking Mathematical Play within Makerspaces using Embodied Cognition. In *Extended Abstracts of the 2020 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play* (pp. 365-369).