Volume 24 Issue 12
Originally issued as G2

Global Journal of human-social science: G
Linguistics & Education
Volume 24 Issue 2 Version 1.0 Year 2024
Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal
Publisher: Global Journals
Online ISSN: 2249-460X & Print ISSN: 0975-587X

Time of Basic Education Teachers' Training in Maker Activities: A Meta-Analysis

By Luiz Paulo Fernandes Lima, Francisco Glauberto da Silva Abreu, Daniel Brandão Menezes & Francisco Herbert Lima Vasconcelos
Universidade Federal do Ceará

Abstract- This meta-analysis aimed to investigate the competencies and skills acquired by teachers through correlation between the duration of maker training and effective implementation of its outcomes in educational settings. The methods applied were based on PRISMA recommendation, utilizing the PICOC method, with meta-analysis conducted using the MAJOR Meta-analysis 4.1 package in the JAMOVI statistical software. The results of this study indicated that the time required for the effects of teacher maker training to manifest should exceed 5 months, with a confidence interval between 2.7 months and 8.4 months. It is concluded that training in the maker culture remains a new and growing condition that requires greater attention in the implementation of makerspaces regarding the development of appropriate methodologies, due to the challenges that arise throughout their implementation in schools.

Keywords: basic education, maker culture, teacher training, innovation, systematic review.

GJHSS-G Classification: FOR Code: 1302

TIMEOFBASICEDUCATIONTEACHERSTRAININGINMAKERACTIVITIESAMETAANALYSIS

Strictly as per the compliance and regulations of:

© 2024. Luiz Paulo Fernandes Lima, Francisco Glauberto da Silva Abreu, Daniel Brandão Menezes & Francisco Herbert Lima Vasconcelos. This research/review article is distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0). You must give appropriate credit to authors and reference this article if parts of the article are reproduced in any manner. Applicable licensing terms are at https://creative commons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Time of Basic Education Teachers' Training in Maker Activities: A Meta-Analysis

Tempo de Formação de Professores da Educação Básica em Atividades Makers: Uma Metanálise

Luiz Paulo Fernandes Lima [α], Francisco Glauberto da Silva Abreu [σ], Daniel Brandão Menezes [ρ] & Francisco Herbert Lima Vasconcelos [ω]

Resumo- Esta metanálise buscou investigar as competências e habilidades makers adquiridas pelos professores por meio da correlação entre a duração da formação maker e da implementação efetiva de seus resultados em ambientes de ensino. Os métodos aplicados foram baseados na recomendação PRISMA, com utilização do método PICOC, cuja metanálise foi realizada com o pacote MAJOR Meta-analysis 4.1 do software estatístico JAMOVI. Os resultados deste estudo apontaram que o tempo necessário para surtir efeito nas formações makers dos professores, deveria ter duração maior que 5 meses, com intervalo de confiança entre 2,7 meses e 8,4 meses. Conclui-se que a formação na Cultura maker ainda é uma condição nova e crescente que requer maior atenção na implementação dos makerspaces quanto ao desenvolvimento de metodologias adequadas, devido aos desafios que surgem ao longo de sua implementação nas escolas.

Palavras-Chave: educação básica, cultura maker, formação de professores, inovação, revisão sistemática.

Abstract- **This meta-analysis aimed to investigate the competencies and skills acquired by teachers through correlation between the duration of maker training and effective implementation of its outcomes in educational settings. The methods applied were based on PRISMA recommendation, utilizing the PICOC method, with meta-analysis conducted using the MAJOR Meta-analysis 4.1 package in the JAMOVI statistical software. The results of this study indicated that the time required for the effects of teacher maker training to manifest should exceed 5 months, with a confidence interval between 2.7 months and 8.4 months. It is concluded that training in the maker culture remains a new and growing condition that requires greater attention in the implementation of makerspaces regarding the development of appropriate methodologies, due to the challenges that arise throughout their implementation in schools.**

Keywords: basic education, maker culture, teacher training, innovation, systematic review.

Author α: Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Ceará (UFC). e-mail: luiz.lima@ifce.edu.br, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5250-7669
Author σ: Mestrando em Tecnologia Educacional, Universidade Federal do Ceará (UFC). e-mail: glauberto@alu.ufc.br, ORCID: https://orcid.org/0009-0002-6556-3122
Author ρ: Pós-Doutor em Educação Brasileira, Universidade Estadual do Ceará (UECE). e-mail: brandao.menezes@uece.br, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5930-7969
Author ω: Pós-Doutor em Educação, Universidade Federal do Ceará (UFC). e-mail: herbert@virtual.ufc.br, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4896-9024

Resumo- Esta metanálise buscou investigar as competências e habilidades makers adquiridas pelos professores por meio da correlação entre a duração da formação maker e da implementação efetiva de seus resultados em ambientes de ensino. Os métodos aplicados foram baseados na recomendação PRISMA, com utilização do método PICOC, cuja metanálise foi realizada com o pacote MAJOR Meta-analysis 4.1 do software estatístico JAMOVI. Os resultados deste estudo apontaram que o tempo necessário para surtir efeito nas formações makers dos professores, deveria ter duração maior que 5 meses, com intervalo de confiança entre 2,7 meses e 8,4 meses. Conclui-se que a formação na Cultura maker ainda é uma condição nova e crescente que requer maior atenção na implementação dos makerspaces quanto ao desenvolvimento de metodologias adequadas, devido aos desafios que surgem ao longo de sua implementação nas escolas.

Keywords: educação básica, cultura maker, formação de professores, inovação, revisão sistemática.

I. Introduction

A inserção da Cultura Maker nas escolas de educação básica no Brasil é uma realidade crescente e apresenta estratégias diversificadas com objetivos de realizar ações que desenvolvam as competências digitais e, consequentemente, possibilitem avanços no desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem (Carvalho & Bley, 2018). O avanço das tecnologias e a mudança no paradigma educacional demandam que os professores da educação básica estejam preparados para incorporar metodologias ativas e práticas inovadoras em suas salas de aula.

Nesse contexto, as atividades makers têm se destacado como uma ferramenta pedagógica eficaz para promover o aprendizado prático, criativo e colaborativo entre os alunos. Partindo do artesanato, passando pela programação e robótica até chegar na fabricação digital, a cultura Maker apresenta uma grande variedade de atividades que desenvolvem projetos e que podem ser realizadas em quaisquer ambientes escolares, mas, principalmente, em ambientes específicos denominados Makerspaces ou FabLabs. São nestes espaços, compartilhados, de prototipação, modelagem e fabricação, que se constitui

© 2024 Global Journals

a marca mais divulgada desta modalidade de arranjo de equipamentos à disposição de comunidades (Silva & Merkle, 2016). O potencial educativo da cultura Maker e suas ferramentas têm sido amplamente discutido em ambientes fora da escola (Litts et al., 2016), onde muitos pesquisadores concordam sobre a urgente transferência destas ferramentas e tecnologias para dentro do ambiente escolar, visto que abordam diversas áreas da educação. Há uma contínua pressão para reformar as escolas nos moldes da "aprendizagem do século XXI" com inovação e pensamento empreendedor (Sefton-green, 2013).

Além disso, a fabricação digital (como impressoras 3D e máquinas de corte a laser), é vista como tendo relação direta com segmentos da indústria (Eisenberg, 2013), presumindo que cada vez mais, com o uso das ferramentas makers em sala de aula, haja um fortalecimento de habilidades e competências dos alunos, principalmente das disciplinas da STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*), apropriadas para a indústria contemporânea, ensino superior, empreendedorismo e inovação (Taylor, 2016).

No entanto, para que os professores possam implementar essas práticas de maneira efetiva, é fundamental que possuam competências e habilidades específicas. É aqui que surge a necessidade da formação do professor, pois, para que haja uso adequado de um FabLab com todas as suas tecnologias, faz-se urgente necessidade de momentos formativos, tanto de utilização do maquinário como no desenvolvimento de competências digitais adequadas para a fabricação digital de experimentos ou produtos educacionais (Gavassa & Munhoz, 2016; Schelhowe, 2016).

No livro de Perrenoud et al. (2002), sobre as competências para ensinar no século XXI, há destaque para pontos cruciais na formação de professores, enfatizando a necessidade de desenvolver competências além do domínio de conteúdo, com foco na adaptação às necessidades dos alunos e na utilização de estratégias pedagógicas diversas. Os autores preconizam a importância da reflexão sobre a prática docente como elemento fundamental para o desenvolvimento profissional, e propõe uma abordagem centrada no aluno, onde os professores devem adaptar suas estratégias de ensino para promover a aprendizagem significativa. O conceito de transposição didática é introduzido, destacando a habilidade dos professores em traduzir conhecimento especializado de maneira acessível aos alunos. Há o reconhecimento da complexidade da prática docente e propõe uma formação que leve em conta a multidimensionalidade dessa profissão, preparando os educadores para lidar com questões relacionadas ao conteúdo, gestão de sala de aula, relações interpessoais e desenvolvimento socioemocional dos alunos.

Quanto as competências e habilidades makers, elas referem-se ao conjunto de conhecimentos, capacidades práticas e atitudes que capacitam indivíduos a participar ativamente na cultura maker. As competências maker englobam conhecimentos específicos, como o domínio de ferramentas, técnicas de fabricação digital, programação e eletrônica, bem como a compreensão de princípios de design e prototipagem. Por outro lado, as habilidades makers incluem a aplicação prática desses conhecimentos, destacando a capacidade de criar, inovar e resolver problemas de maneira criativa e tangível. Isso envolve a proficiência na concepção e construção de objetos físicos, a habilidade de experimentar e iterar em projetos, bem como o pensamento crítico, a colaboração e a disposição para enfrentar desafios de maneira prática (Valente & Blikstein, 2019). Em conjunto, competências e habilidades makers são fundamentais para fomentar a criatividade, a autonomia e a inovação em diversas áreas, desde a educação até a indústria.

A pesquisa se justifica pela necessidade premente de compreender o processo de formação de professores para a integração de atividades makers no contexto educacional. Essas atividades, que envolvem o uso de ferramentas, tecnologias e processos de criação, promovem a aprendizagem multidisciplinar e o desenvolvimento de habilidades essenciais, como resolução de problemas, pensamento crítico, colaboração e criatividade.

É essencial investigar o tempo de formação necessário para que os professores adquiram competências sólidas e se sintam preparados para aplicar atividades makers, visando aprimorar os programas de capacitação docente. Além disso, compreender os métodos de formação mais eficazes possibilitará a direção mais eficiente dos recursos educacionais, contribuindo para a criação de um ambiente de aprendizado mais enriquecedor para os alunos.

Diante da crescente relevância das atividades makers na educação, surge a questão central desta pesquisa: Qual é o tempo de formação adequado para que um professor da educação básica adquira as competências e habilidades mínimas necessárias para executar atividades makers de forma eficaz em sala de aula?

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi investigar as competências e habilidades makers adquiridas pelos professores por meio da correlação entre a duração da formação maker e da implementação efetiva de seus resultados em ambientes de ensino.

© 2024 Global Journals

II. Metodologia

Os métodos aplicados neste estudo foram baseados na recomendação PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Galvão, Pansani, & Harrad, 2015), que consiste em um checklist e um fluxograma de quatro etapas para auxiliar no relato de revisões sistemáticas e meta-análises.

O método PICOC (Petticrew & Roberts, 2006) foi empregado devido à sua eficácia na orientação de uma revisão sistemática, proporcionando clareza nos aspectos centrais do estudo e direcionando a extração dos dados relevantes para esta pesquisa. Os pontos pertinentes a uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) são delineados a seguir: a população-alvo compreende professores da educação básica; a intervenção analisada refere-se à utilização de ferramentas da Cultura Maker; a comparação envolve as diversas metodologias adotadas ao longo da formação de professores; os resultados abrangem quaisquer relatos dos professores que participaram dos momentos formativos; o contexto abarca o local de aplicação da pesquisa e o período de formação.

a) Estratégias de Busca

Foram consultadas as bases de dados ACM Digital Library, EI Compedex, IEEE Digital Library, ISI Web of Science, Science@Direct, Scopus, Springer Link e Periódicos Capes, por terem relevância mundial em publicações de artigos científicos. A última busca foi realizada em outubro de 2023 e foram feitas nas opções avançadas de cada base sem que houvesse marco temporal de publicação e sem restrições quanto ao idioma para evitar qualquer tipo de viés. Nas bases ACM Digital Library, ISI Web of Science, Science@Direct, Scopus e Springer Link os artigos deveriam conter a combinação dos descritores (("maker culture") AND ("teacher training")) no título ou no resumo. Nas bases EI Compendex e IEEE Digital Library foi utilizada a combinação de descritores (("maker") AND ("teacher training")) e no Periódico Capes utilizou-se ((“cultura maker”) E (“formação de professores”)). As mudanças dos descritores ocorreram quando não surgiam resultados e através deste refinamento, foram selecionados os documentos no formato de artigo.

b) Depuração e Aplicação dos Critérios de Inclusão

Os artigos identificados durante a pesquisa foram exportados para a plataforma Parsifal, uma ferramenta online especialmente projetada para auxiliar pesquisadores na condução de revisões sistemáticas da literatura (Kitchenham & Charters, 2007). Para estabelecer os critérios de inclusão, os artigos selecionados deveriam abordar qualquer tipo de estudo relacionado à formação de professores na perspectiva STEAM, específica da educação básica no contexto da cultura maker. Os critérios de exclusão foram aplicados de forma rigorosa, incluindo artigos fora do escopo da cultura maker, aqueles que não apresentavam estudos aplicados à educação básica e qualquer artigo de revisão. A primeira triagem foi realizada através da leitura dos títulos e resumos dos artigos, sendo que apenas os que atenderam aos critérios iniciais foram submetidos à leitura completa. Este procedimento visou aplicar os critérios de inclusão e exclusão de forma rigorosa, garantindo a seleção cuidadosa dos artigos a serem considerados na revisão sistemática.

c) Análise do Risco de Viés dos Estudos

Os riscos de viés dos estudos selecionados foram avaliados por meio da ferramenta ROBIS[1] (*Risk of Bias in Systematic Reviews*), desenvolvida para a análise do viés em revisões sistemáticas. A ROBIS, conforme descrita pelo Brasil (2017), apresenta questões orientadoras que facilitam a avaliação crítica. Com base na classificação resultante dessas questões, os avaliadores têm a capacidade de julgar o risco geral de viés na revisão. O site disponibiliza a análise de risco através de diversos pacotes, como o RoB 2.0. Nesse pacote, são examinados os seguintes pontos: D1 - viés decorrente do processo de randomização; D2 - viés devido a desvios da interação pretendida; D3 - viés devido à falta de dados de resultados; D4 - viés na medição do resultado; D5 - viés na seleção do resultado relatado.

Ao final é possível baixar o processo de análise de cada estudo e o resultado do risco de viés de todos os estudos juntos. Nesta pesquisa, a maioria dos estudos analisados possuíram baixo risco de viés e um deles apresentou alto risco de viés.

d) Metanálise

Para consolidar as evidências dos artigos em dados adequados para a metanálise, foram elaboradas tabelas descritivas que incorporam informações cruciais, incluindo: 1. autoria do estudo; 2. duração da formação na cultura maker; 3. relatos positivos acerca da formação; 4. relatos negativos relacionados à formação. Cada relato foi atribuído um valor de 1 para cada frase citada nos artigos, proporcionando uma quantificação numérica dos relatos, assim, esse procedimento permitiu uma mensuração objetiva, viabilizando uma análise estatística posterior.

O software estatístico empregado para gerar as estatísticas descritivas e os modelos de metanálise foi o Jamovi 2.4 (Jamovi, 2023). Especificamente para gerar os modelos metanálise, utilizou-se o pacote MAJOR Meta-analysis 4.1 (R Core Team, 2022) onde optou-se por utilizar a ferramenta Effect Size and Smapling Variances or Standard Errors (Viechtbauer, 2010), que permite analisar como o tempo de formação maker está relacionado com as afirmativas pós-formação.

[1] https://parsif.al/
[2] https://mcguinlu.shinyapps.io/robvis/

© 2024 Global Journals

Adicionalmente também se analisou a plotagem de assimetria de resíduos (Sterne et al., 2011) onde foi abarcado o Fail-Safe N pelo critério de Rosenthal, com o intuito de verificar a quantidade amostral necessária para impactar os efeitos identificados (Orwin, 1983).

III. Resultados

A partir da busca nas bases de dados supracitadas, um total de 63 artigos foi identificado, dos quais 3 eram duplicados, restando 60 artigos. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão iniciais, analisando o título e resumo dos artigos, foram excluídos 48 artigos. Os 12 artigos restantes foram analisados na íntegra, dos quais foram selecionados 8 artigos que cumpriram todos os critérios estabelecidos para esta revisão sistemática com dados necessários para realizar uma metanálise. A Figura 1 mostra o diagrama de fluxo para a seleção dos artigos para a revisão sistemática.

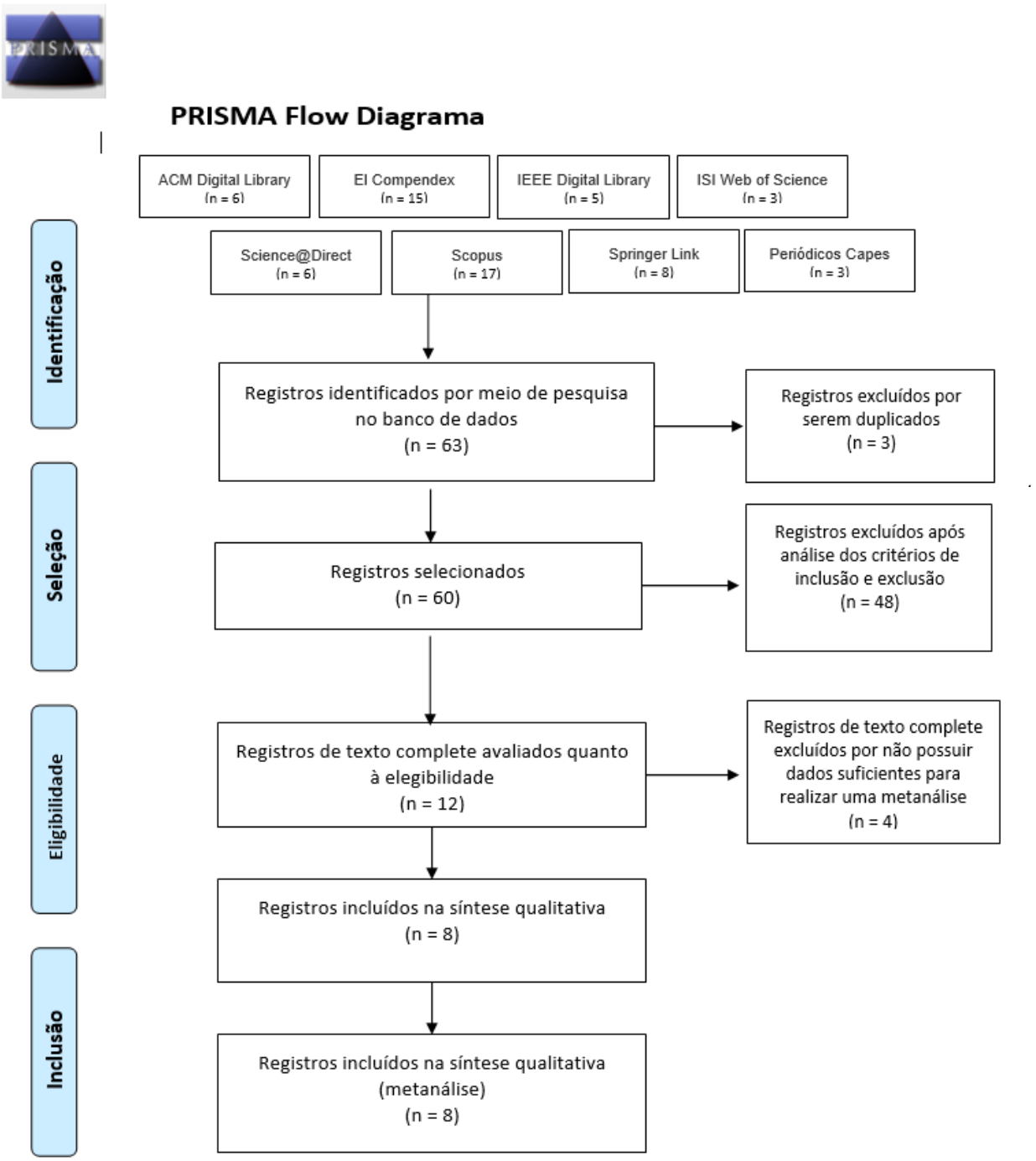


Fig. 1: Fluxograma do processo de seleção. Elaborado pelos autores (2024).

© 2024 Global Journals

O idioma predominante nas publicações dos artigos foi o inglês. Dos 8 artigos selecionados para a revisão sistemática, 7 (87,5%) foram escritos em inglês e apenas 1 (12,5%) foi escrito em espanhol. No quadro 1 seguinte, foram sintetizadas as informações extraídas dos artigos utilizando o método PICOC e servindo de base para análise do risco de viés como também para realização da metanálise.

Quadro 1: Informações dos estudos com base no método PICOC

Título	Autores e Ano	Áreas do conhecimento e Níveis Educacionais (Population)	Ferramentas do maker (Intervetion)	Metodologias utilizadas (Comparison)	Efeitos da formação (Outcome)	Local e período de formação (Context)
A Mathematics Teacher's Training to Create a Maker Space in Mathematics Lessons by Means of GeoGebra	Shyshenko et al., 2022.	- Professores de matemática - Ensino Médio	- Simuladores Virtuais	- STEM - STEAM - Método de projetos - Modelagem Matemática	- 3 afirmativas positivas - 1 afirmativa negativa - 4 afirmativas no total	- Ucrânia - 2 meses
Empowering educators by developing professional practice in digital fabrication and design thinking	Andersen & Pitkänen, 2019.	- Professores de Ciências, Tecnologia, Artes e Matemática - Ensinos Fundamental 1, 2 e Ensino Médio	- Programação e Robótica - Laboratórios de Fabricação	- Design Thinking - Aprendizagem Baseada em Projetos - Construtivismos - Construcionismo	- 9 afirmativas positivas - 7 afirmativas negativa - 16 afirmativas no total	- Dinamarca - 12 meses
Interdisciplinary craft designing and invention pedagogy in teacher education: student teachers creating smart textiles	Karppinen et al., 2019.	- Professores de Ciências, Tecnologia e Artes - Educação Infantil	- Artes e Ofícios - Kits de Eletrônica	- Educação em design - Pedagogia de invenção	- 11 afirmativas positivas - 1 afirmativa negativa - 12 afirmativas no total	- Finlândia - 3 meses
Making a Makerspace for children: A mixed-methods study in Chinese kindergartens	Xiang et al., 2023.	- Professores de Ciências e Matemática - Educação Infantil	- Artes e Ofícios - Materiais de construção e reciclagem - Kits de Eletrônica - Programação e Robótica - Laboratórios de Fabricação	- STEM - Processo de Design de Engenharia	- 11 afirmativas positivas - 6 afirmativas negativa - 17 afirmativas no total	- China - 3 meses
Mediación tecnológica apoyada en la cultura Maker en educación secundaria	Domínguez-González et al., 2021.	- Professores de Ciências, Tecnologia e Matemática - Ensino Fundamental 1 e 2	- Kits de Eletrônica - Programação e Robótica	- Modelo tecno-pedagógico - Andragogia - Construcionismo - Design Thinking - Aprendizagem colaborativa	- 8 afirmativas positivas - 4 afirmativas negativa - 12 afirmativas no total	- México - 7 meses
Of Women Tech Pioneers and Tiny Experts of Ingenuity	Kjartansdóttir et al., 2020.	- Professores de Tecnologia - Educação Infantil e Ensino Fundamental 1 e 2.	- Jogos - Kits de Eletrônica - Programação e Robótica - Laboratórios de Fabricação	- STEM - STEAM - Aprendizagem Baseada em Projetos	- 9 afirmativas positivas - 5 afirmativas negativa - 14 afirmativas no total	- Islândia - 8 meses
STEAM in Oulu: Scaffolding the development of a Community of Practice for local educators around STEAM and digital fabrication	Milara et al., 2020.	- Professores de Ciências, Tecnologia, Artes e Matemática - Ensino Fundamental 1 e 2.	- Kits de Eletrônica - Programação e Robótica - Laboratórios de Fabricação	- STEAM - Construcionismo - Pensamento Computacional - Aprendizagem Baseada em Projeto - Educação Integrativa	- 10 afirmativas positivas - 5 afirmativas negativa - 15 afirmativas no total	- Finlândia - 10 meses
Transferring makerspace activities to the classroom: a tension between two learning cultures	Walan & Gericke, 2023.	- Professores de Ciências, Tecnologia e Matemática - Ensino Fundamental 1 e 2	- Kits de Eletrônica - Programação e Robótica - Laboratórios de Fabricação	- STEM	- 11 afirmativas positivas - 11 afirmativas negativa - 22 afirmativas no total	- Suécia - 1 mês

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Para análise do risco de viés de cada estudo utilizou-se da ferramenta ROBIOS no pacote *RoB2.0* onde a primeira coluna contém os títulos dos estudos, a segunda coluna e as subsequentes contêm os

© 2024 Global Journals

julgamentos em cada domínio da ferramenta de avaliação e a última coluna (denominada "Geral") contendo os julgamentos gerais de risco de viés para cada estudo. O quadro 2 representa as análises individuais dos riscos de viés com base nos cinco itens proposto no RoB 2.0. O quadro 3 traz os resultados dos ricos de viés em cada estudo, onde é possível perceber que o estudo 1 de Shyshenko et al. (2022) possui um alerta de algumas preocupações e o estudo 3 de Karppinen et al. (2019) tem alto risco de viés. No geral, os estudos mostram baixo risco de vieses.

Quadro 2: Análise do risco de viés com uso da ferramenta ROBIS

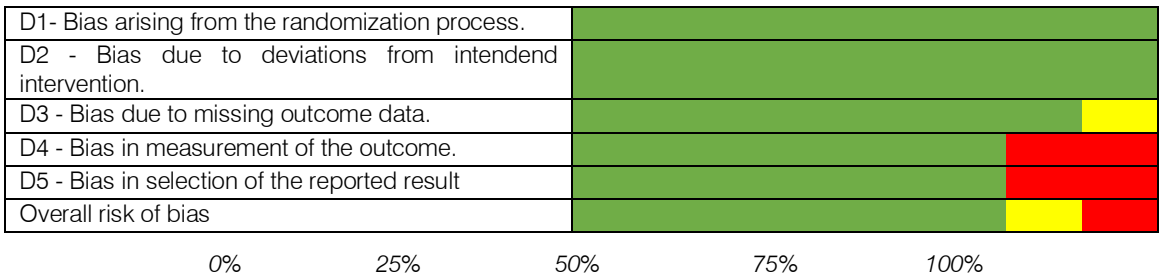
Studies	Risk of bias domains					
	D1	*D2*	*D3*	*D4*	*D5*	*Overall*
Shyshenko et al, 2022.	+	+	+	×	×	−
Andersen & Pitkänen, 2019.	+	+	+	+	+	+
Karppinen et al., 2019.	+	+	+	×	×	×
Xiang et al., 2023.	+	+	+	+	+	+
Domínguez-González et al., 2021.	+	+	+	+	+	+
Kjartansdóttir et al., 2020.	+	+	−	+	+	+
Milara et al., 2020.	+	+	+	+	+	+
Walan & Gericke, 2023.	+	+	+	+	+	+

Domains
D1- Bias arising from the randomization process.
D2 - Bias due to deviations from intendend intervention.
D3 - Bias due to missing outcome data.
D4 - Bias in measurement of the outcome.
D5 - Bias in selection of the reported result

× high
− some concerns
+ low

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Quadro 3: Resultado do risco de viés em cada estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A estimativa pontual é de 5.62, o que significa que, em média, há um efeito positivo ou influência positiva no tempo de formação na cultura maker. Possui um erro padrão baixo (SE = 1.45) o que representa uma estimativa precisa. O z-score indica que os desvios padrões estão acima da média esperada e é considerado estatisticamente significativo (z = 3.87). O p-value é muito baixo (p < 0.001) indicando que os resultados são estatisticamente significativos e rejeitando uma hipótese nula. Os índices AIC e BIC foram, respectivamente 2.770 e 8.469 conforme disposto na tabela 1.

Tabela 1: Modelo de efeitos aleatórios (K = 8)

	Estimate	se	Z	p	CI Lower Bound	CI Upper Bound
Intercept	5.62	1.45	3.87	< .001	2.770	8.469

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

A variação entre os estudos foi substancial além da variação devido ao acaso (Tau^2 = 8.3827) com heterogeneidade moderada (I^2 = 51,21%), onde a razão da variação real em relação à variação total observada (H^2 = 2.05) mostra que há uma quantidade significativa de variação real entre os estudos. Estes resultados

© 2024 Global Journals

sugerem que, embora haja um efeito global significativamente positivo, essa média pode não ser completamente considerada entre os estudos, como sugere a tabela 2.

Tabela 2: Estatística de Heterogeneidade (K = 8)

Tau	Tau²	I²	H²
2.895	8.3827 (SE = 8.909)	51.21%	2.050

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

O efeito do tempo de formação relacionado com as afirmativas positivas relatados pelos professores é apresentado no Forest Plot da figura 2, onde mostra que o tempo médio para uma formação maker surtir efeito positivo nos professores é igual a 5,62 meses. Os estudos cujos IC's tocam a linha vertical indicam falta de significância estatística enquanto os estudos que não tocam sugerem estimativa estatística significantes.

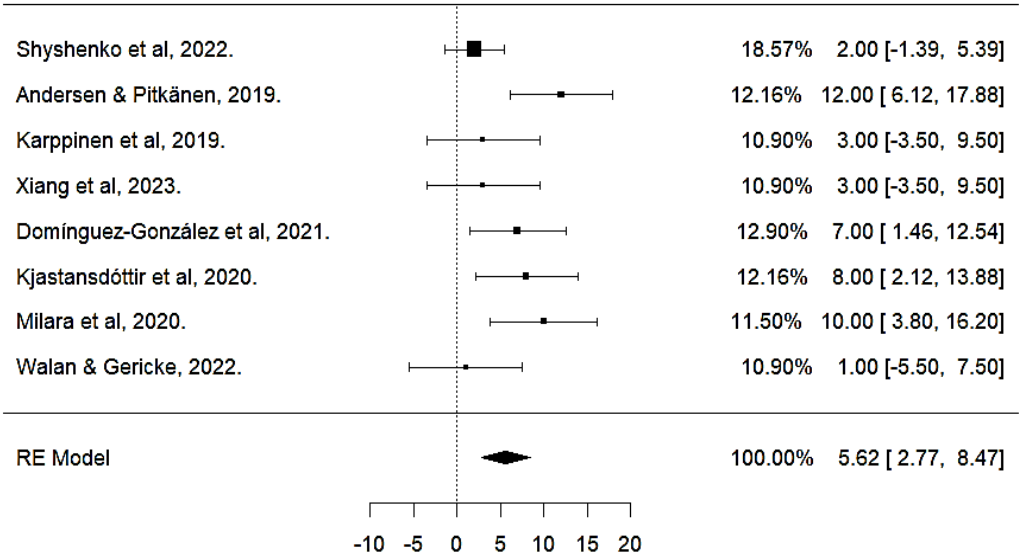


Fig. 2: Efeito do tempo e do intervalo de confiança quanto a formação Maker. Elaborado pelos autores (2024).

O teste Fail-Safe N evidenciou a necessidade de 82 estudos adicionais para alterar o efeito identificado (n = 82; p < 0,001), onde não há evidências significativas de viés de publicação relacionado ao tamanho do estudo (Kendall Tau = -0.079; p = 0.796). No entanto há algumas assimetrias no funil de dispersão (RE = 0.643; p = 0.520) como disposto na tabela 3.

Tabela 3: Avaliação do viés de publicação.

Test Name	Value	P
Fail-Safe N	82.000	< .001
Kendalls Tau	-0.079	0.796
Egger's Regression	0.643	0.520

Fonte: elaborada pelos autores (2024)

Por fim, na figura 3 apresenta-se o efeito desempenhado pelo tempo de formação na cultura maker com os resultados positivos apresentados pelos estudos. Os pontos fora do funil podem sugerir a presença de viés de publicação ou fatores que afetam a seleção de estudos, os pontos mais a direita da linha vertical indicam uma tendência de relatos de estudos com efeitos positivos para formações superiores a 5 meses.

© 2024 Global Journals

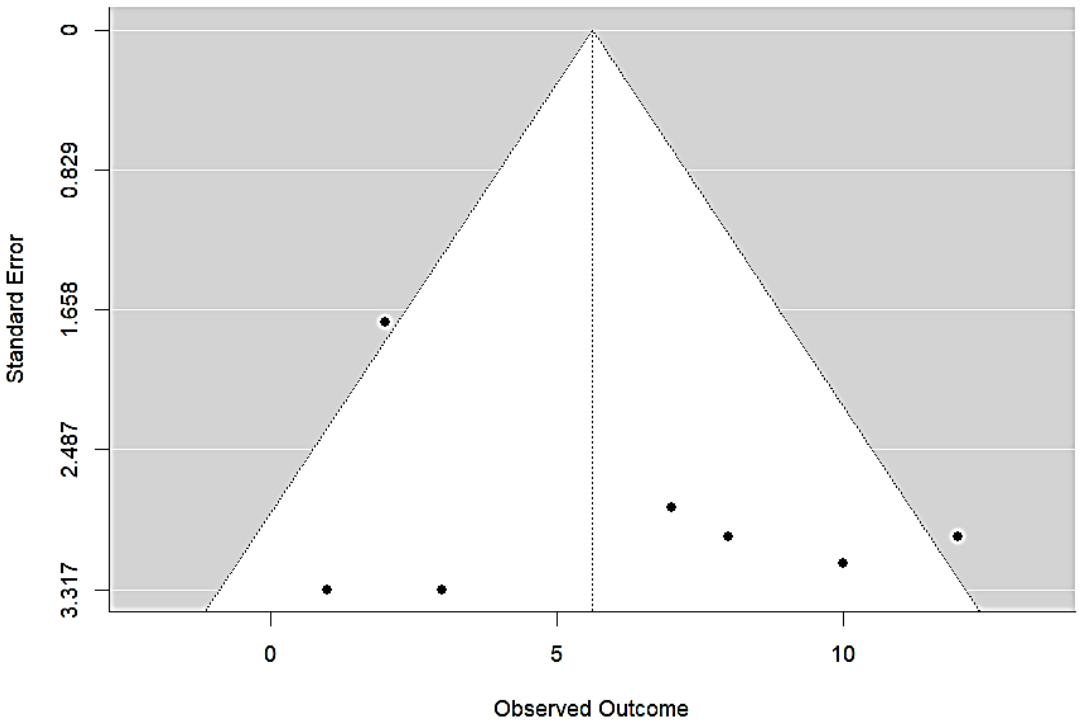


Fig. 3: Funil de dispersão dos estudos. Elaborado pelos autores (2024).

Após a análise completa dos estudos, destacaram-se os estudos de Domínguez-González et al. (2021), Kjartansdóttir et al. (2020) e Milara et al. (2020), cujos efeitos do tempo de formação são estatisticamente significativos para discussão final desta pesquisa;

Tabela 4: Modelo de efeitos aleatórios (K = 8)

	Estimate	se	Z	p	CI Lower Bound	CI Upper Bound
Intercept	5.58	1.37	4.09	< .001	2.904	8.260

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

A estimativa pontual é de 5.58, o que significa que, em média, há um efeito negativo ou influência negativa no tempo de formação na cultura maker. Possui um erro padrão baixo (SE = 1.37) o que representa uma estimativa precisa. O z-score indica que os desvios padrões estão acima da média esperada e é considerado estatisticamente significativo (z = 4.09). O p-value é muito baixo (p < 0.001) indicando que os resultados são estatisticamente significativos e rejeitando uma hipótese nula. Os índices AIC e BIC foram, respectivamente 2.904 e 8.260 conforme disposto na tabela 4. A variação entre os estudos foi substancial além da variação devido ao acaso (Tau^2 = 10.5125) com heterogeneidade alta (I^2 = 77,77%), onde a razão da variação real em relação à variação total observada (H^2 = 4.498) mostra que há uma quantidade significativa de variação real entre os estudos. Estes resultados sugerem que, embora haja um efeito global significativamente negativo, essa média pode não ser completamente considerada entre os estudos, como sugere a tabela 5.

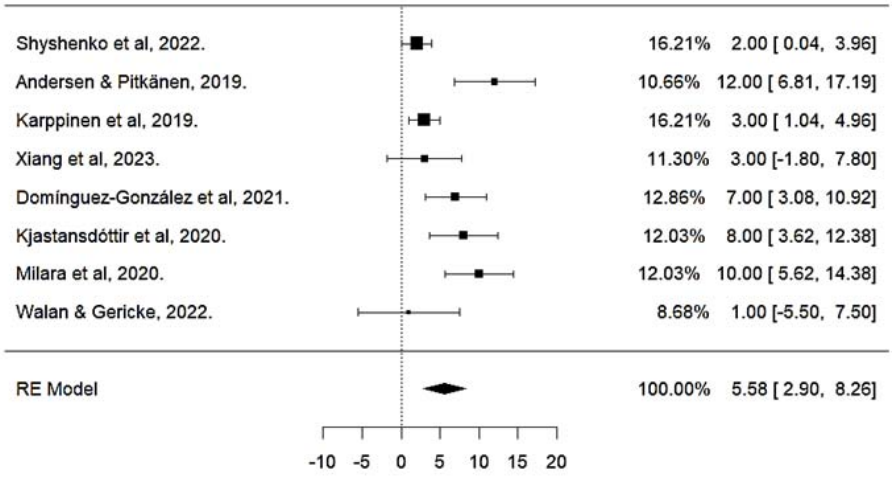
Tabela 5: Estatística de Heterogeneidade (K = 8)

Tau	Tau^2	I^2	H^2
3.242	10.5125 (SE = 7.8988)	77.77%	4.498

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

O efeito do tempo de formação relacionado com as afirmativas negativas relatadas pelos professores é apresentado no Forest Plot da figura 4, onde mostra que o tempo médio para uma formação maker surtir efeito negativo nos professores é igual a 5,58 meses. Os estudos cujos IC's tocam a linha vertical indicam falta de significância estatística enquanto os estudos que não tocam sugerem estimativa estatística significantes.

© 2024 Global Journals



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Fig. 4: Efeitos do tempo e intervalo de confiança quanto a formação maker.

O teste Fail-Safe N evidenciou a necessidade de 181 estudos adicionais para alterar o efeito identificado (n = 181; p < 0,001), onde pode haver evidências significativas de viés de publicação relacionado ao tamanho do estudo (Kendall Tau = 0.371; p = 0.209), no entanto há assimetrias consideráveis no funil de dispersão (RE = 1.093; p = 0.274) como disposto na tabela 6.

Tabela 6: Avaliação do viés de publicação.

Test Name	Value	P
Fail-Safe N	181.000	< .001
Kendalls Tau	0.371	0.209
Egger's Regression	1.093	0.274

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Por fim, na figura 5 apresenta-se o efeito desempenhado pelo tempo de formação na cultura maker com os resultados negativos apresentados pelos estudos. A presença de pontos fora do funil pode sugerir a presença de viés de publicação ou fatores que afetam a seleção de estudos, os pontos mais à direita da linha vertical indicam uma tendência de relatos de estudos com efeitos negativos para formações superiores a 5 meses, contabilizando um total de 2 estudos.

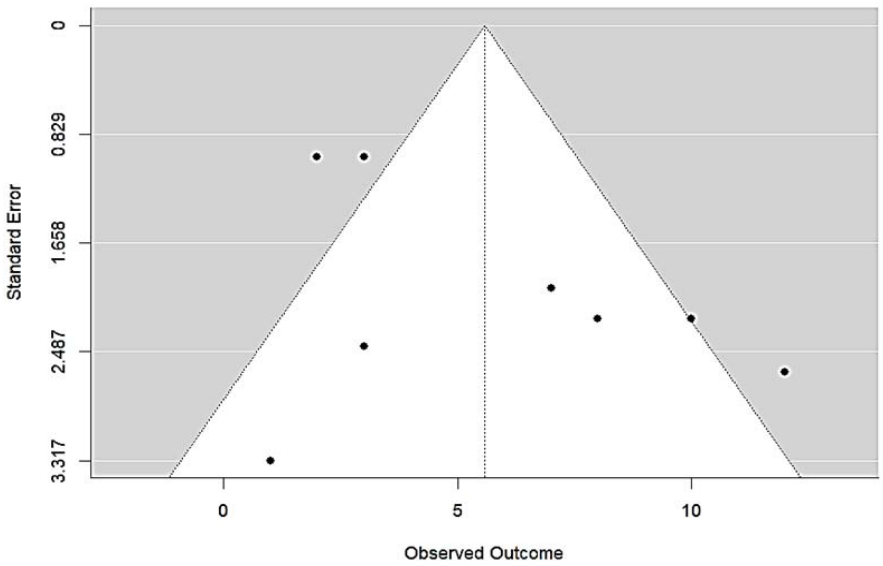


Fig. 5: Funil de dispersão dos estudos. Elaborado pelos autores (2024).

© 2024 Global Journals

Após a análise completa dos estudos, destacaram-se os estudos de Domínguez-González et al. (2021) e Kjartansdóttir et al. (2020), cujos efeitos do tempo de for mação são estatisticamente significativos para a discussão final desta pesquisa. Acrescentaremos Milara et al. (2020) por estar no limite entre a parte interna e externa do funil.

IV. Discussão

O presente estudo teve como objetivo investigar as competências e habilidades makers adquiridas pelos professores por meio da correlação entre a duração da formação maker e da implementação efetiva de seus resultados em ambientes de ensino. Pelas evidências dos modelos de metanálise, nota-se com clareza que ao tempo mínimo necessário para gerar algum tipo de impacto, seja positivo ou negativo, na formação dos professores, deve ser superior a 5 meses, com intervalo de confiança entre 2,7 meses e 8,4 meses. É importante deixar claro que as formações não foram diárias e ininterruptas, mas sim semanalmente, periódicas e dentro do planejamento semanal escolar. Considera-se também que a magnitude dos efeitos especificados para tais variáveis demanda estudos mais amplos e com compatibilidade entre as medidas e variáveis empregadas para maximizar o nível de significância estatística e, consequentemente, otimizar as condições de generalização das evidências apresentadas. Dentre os oito estudos selecionados, apenas três apresentaram dados estatísticos significativamente relevantes

No estudo de Domínguez-González et al. (2021), realizado com professores de ciências, tecnologia e matemática do ensino fundamental 1 e 2 no México, a formação ocorreu num período de 7 meses, utilizando kits de eletrônica, programação e robótica cujas metodologias abordadas foram Modelo tecno-pedagógico, Andragogia, Construcionismo, Design Thinking e Aprendizagem colaborativa. Ao final do estudo houve 12 relatos, citadas no quadro 4 a seguir.

Quadro 4: Relatos de pós-formação do estudo de Domínguez-González et al (2021). RP – Relato positivo e RN – Relato negativo.

Relatos	Frases Coletadas No Estudo (Tradução Dos Autores)
RP1	Os professores procuram aprender sobre a cultura maker porque consideram que a aplicariam no curto prazo na escola.
RP2	Atitudes colaborativas entre os professores e aprendizagem cooperativa.
RP3	Há processos reflexivos sobre a aplicabilidade da cultura maker na educação.
RP4	Gerou-se a visão com a expectativa de se apoiar nessa cultura para a solução de problemas, como estratégia didática para trabalhar com seus alunos.
RP5	A maioria dos alunos mostraram satisfação em realizar atividade práticas e pelo que implicava para culminar a tarefa.
RP6	O professor observou mudanças positivas nos alunos, além de outras mudanças de alunos que não se esperava.
RP7	Alguns professores desenvolveram de forma independente atividades em sala de aula, apoiada pela cultura maker.
RP8	Um professor desenvolveu atividades inclusivas para uma aluna que não podia ouvir e nem falar.
RN1	Para alguns alunos foi difícil a montagem de componentes eletrônicos.
RN2	Outros poucos alunos não cumpriram com o material solicitado, situação que causou atraso nas atividades planejadas pelos professores.
RN3	Alguns alunos mostraram apatia e indiferença pela atividade.
RN4	Alguns professores não tiveram apoio da direção da escola para realizar atividades que envolvessem o uso de componentes eletrônicos ou ferramentas, devido à falta de recursos econômicos para a aquisição de materiais.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O estudo realizado por Kjartansdóttir et al. (2020), contou com a participação de professores de tecnologia da educação infantil e do ensino fundamental 1 e 2 na Islândia, cujo tempo de formação foi de 8 meses, utilizando jogos, kits de eletrônica, programação e robótica, além de laboratórios de fabricação digital. As metodologias abordadas forma a STEM, STEAM e Aprendizagem baseada em projetos, tendo ao final da formação 14 relatos que estão citados no quadro 5 a seguir.

© 2024 Global Journals

Quadro 5: Relatos de pós-formação do estudo de Kjartansdóttir et al. (2020). RP – Relato positivo e RN – Relato negativo.

Relatos	Frases Coletadas No Estudo (Tradução Dos Autores)
RP1	Um professor admite ter aprendido "muito, organizando e ministrando cursos com os outros", enquanto "metade do encanto foi aprender com os professores presentes".
RP2	Muitos membros da equipe mencionam a inclusão a esse respeito e relatam como os makerspaces oferecem oportunidades para atender às diferentes necessidades e interesses de aprendizagem de diversos alunos com uma escolha de projetos.
RP3	Outro professor vê que os makerspaces têm o potencial de afastar os alunos do tédio escolar, especialmente nas séries médias, quando as suas "mentes não são suficientemente desafiadas" e os livros assumem o papel de mediadores do conhecimento.
RP4	Os membros da equipa também sublinham a natureza social da aprendizagem e salientam como os professores podem aprender com os alunos, tal como os alunos uns com os outros.
RP5	Um professor deixava as crianças assumirem o controle, permitia que aprendessem no seu próprio ritmo e aplicava apenas orientações mínimas por meio de perguntas esclarecedoras, informações sobre detalhes cruciais ou folhetos com orientações instrucionais.
RP6	Os membros conseguiram, através da aprendizagem autodirigida, adquirir e construir o seu conhecimento especializado sobre tecnologias makerspace, competências operacionais e literacia em design.
RP7	Os professores organizaram workshops e cursos e aproveitaram as mídias sociais e comunidades digitais para compartilhar suas contribuições com professores em todo o país, proporcionando condições favoráveis para uma aprendizagem expandida da cultura do fazer e do maker.
RP8	Os professores deram especial atenção ao The Lab of Ingenuity, que capacitou estudantes desde tenra idade a tornarem-se instrutores de novas tecnologias e literacias digitais, permitindo ao laboratório trazer conhecimentos, competências e empreendedorismo para a sua comunidade escolar.
RP9	Os professores também revelam como os makerspaces podem servir como um local viável para as mulheres expressarem as suas competências colaborativas e a sua assertividade coletiva.
RN1	O tempo também é um problema em termos de encontrar espaço para fazer dentro do currículo.
RN2	Alguns membros da equipe consideram o agendamento e a elaboração incompatíveis, sustentando que o cronograma deve ser a primeira coisa a ser feita para dar espaço à criatividade e que são necessários períodos mais longos para que os participantes mergulhem na elaboração dos projetos.
RN3	Os resultados confirmam outros desafios, o reduto dos testes padronizados, da preparação de professores e da integração de tecnologia.
RN4	As exigências curriculares das disciplinas e os calendários rígidos dificultaram a implementação de avanços técnicos e de trabalhos de projetos integrados sem disposições especiais.
RN5	Houve relutância dos professores de disciplinas acadêmicas em desenvolver sessões de aprendizagem experimentais e colaborativas

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O estudo de Milara et al. (2020) foi com professores de ciências, tecnologia, artes e matemática do ensino fundamental 1 e 2 na Finlândia. Eles utilizaram kits de eletrônica, programação e robótica, além de laboratório de fabricação digital, abordando as metodologias STEAM, Construcionismo, Pensamento computacional, Aprendizagem baseada em projetos e Educação integrativa. Ao final da pesquisa houve 15 relatos que estão citados no quadro 6 a seguir.

© 2024 Global Journals

Quadro 6: Relatos de pós-formação do estudo de Milara et al. (2020).
RP – Relato positivo e RN – Relato negativo.

Relatos	Frases Coletadas No Estudo (Tradução Dos Autores)
RP1	Reconheceu que as experiências práticas aumentaram a consciência do processo de aprendizagem e dos desafios que os professores podem enfrentar durante a sua formação.
RP2	Descobriram que as máquinas não são a chave para iniciar as atividades STEAM na escola, mas podem ser iniciadas a partir de um nível muito baixo e até mesmo sem máquinas.
RP3	Eles perceberam que é mais importante partir da visão e dos valores da escola, envolver uma ampla gama de pessoas e considerar quais são as necessidades dos usuários em relação às máquinas.
RP4	Considerou que as atividades apresentadas são adequadas para alunos de uma ampla faixa etária.
RP5	Discutiram que tais atividades proporcionam aos alunos novas possibilidades e participação e encontraram formas novas e criativas de aprender e de se entusiasmarem com a aprendizagem.
RP6	Reconheceram a formação como uma atividade de sucesso, reconhecendo o valor da formação para desenvolver um entendimento comum e definir um ponto de partida comum para cada escola trabalhar para a comunidade.
RP7	Expressaram explicitamente na pesquisa que a formação teve impacto na sua visão de ensino.
RP8	O professor 2 achou úteis as metodologias e o material disponibilizado no curso.
RP9	Descobriram que foram reforçados pelo processo de design, perceberam a importância da aprendizagem prática e de deixar as crianças cometerem erros e consideraram os diferentes papéis de um professor como facilitador da aprendizagem.
RP10	Todos os professores participantes no inquérito confirmaram que já estavam a planear como integrar a fabricação digital nas suas aulas, e alguns deles já forneceram alguns exemplos de projetos que tinham em mente.
RN1	Apresentaram como um desafio significativo o facto de alguns professores não reconhecerem a necessidade de desenvolver as suas práticas para adaptá-las ao mundo cada vez mais em mudança em que todos vivemos.
RN2	Consideraram as restrições de tempo e os desafios estruturais como os principais desafios.
RN3	Os professores comentaram a enorme quantidade de conteúdos com que tiveram de lidar ao longo da formação.
RN4	Alguns deles alegaram que o tempo que lhes foi atribuído para frequentar a formação e preparar as atividades (intervenção, escrever documentação, ler artigos...) não era suficiente, pelo que tiveram que utilizar o seu próprio tempo livre para continuar a aprender.
RN5	Na vida quotidiana da escola, a rigidez (horários, espaços) e o desafio de grandes grupos de alunos dificultam a implementação de muitas ideias.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Nota-se que os relatos positivos estão voltados para a utilização da Cultura Maker atrelada à diversas metodologias ativas que possibilitam novas estratégias didáticas gerando satisfação nas atividades executadas pelos professores e alunos. Percebe-se também que há desenvolvimento de novas competências e habilidades para utilização de máquinas do FabLab, gerando a colaboração entre professores, formadores e alunos, além de possibilitar múltiplas formas de inclusão, além do acesso de meninas e mulheres às atividades makers.

Dentre os relatos negativos destacam-se a falta de tempo, tanto para elaborar as atividades makers como para a execução delas em salas de aula. Houve relatos de falta de recursos nas escolas para compras de materiais adequados, de dificuldades em incluir as atividades makers no currículo escolar e a recusa de alguns professores às novas metodologias e integração tecnológica que o Maker propõe.

Alguns estudos descrevem as mudanças pedagógicas exigidas dos professores para apoiar a fabricação digital nos makerspaces ou FabLabs dentro das escolas e para que tais mudanças aconteçam requer tempo e dedicação adequados. Os professores precisam conhecer sobre os materiais que podem ser utilizados, as ferramentas como a impressora 3D e a

© 2024 Global Journals

máquina de corte a laser e os processos de modelagem computacional com uso de softwares específicos para tais atividades, além do mais, precisam conhecer estratégias metodológicas para apoiar a construção de significados e a complexidade de ideias, compreensão dos conhecimentos e interesses prévios dos alunos (Brahms, 2014; Gutwill et al., 2015).

Porém, os estudos de Gohde et al. (2019) afirmam que as tentativas de integrar a Cultura Maker nas escolas numa base generalizada e sustentável, enfrentam diversos desafios consideráveis. Muitas escolas são incapazes ou não querem adotar práticas inovadoras como as tecnologias do maker (Selwyn et al., 2018) e existe um perigo real de que as ferramentas makers sigam a tendência de tecnologias anteriores e sejam apenas utilizadas de maneira superficial e inconsistentes dentro das escolas (Zhao, 2017).

No entanto, este estudo considera que há impactos relevantes na educação básica, quando a formação de professores para o desenvolvimento de atividades makers ocorre de maneira regular e contínua no tempo mínimo de 5 meses, havendo notório desenvolvimento de competências e habilidades para gerar autonomia no desenvolvimento atividades e fabricação de produtos para o ensino.

V. Considerações Finais

Esta pesquisa buscou contribuir significativamente para o ensino, fornecendo informações valiosas sobre as competências e habilidades makers adquiridas pelos professores por meio da correlação entre a duração da formação maker e da implementação efetiva de seus resultados em ambientes de ensino. Os resultados obtidos poderão orientar políticas educacionais, programas de formação de professores e práticas pedagógicas, visando promover um ensino inovador e alinhado às demandas do século XXI.

Dentes as contribuições que esta pesquisa revela, tem-se o tempo necessário para surtir algum efeito na formação dos professores que deve ser superior a 5 meses (encontros periódicos semanais) com intervalo de confiança entre 2,7 meses e 8,4 meses. Além disto, os principais relatos positivos versam sobre os FabLabs, as metodologias e estratégias didáticas, além do desenvolvimento de competências digitais e as possibilidades de inclusão dos diversos alunos. Os relatos negativos tratam da falta de tempo no planejamento e na implementação das atividades makers, bem como a resistência de alguns professores no uso das ferramentas e metodologias e a falta de recursos financeiros para aquisição de materiais.

Como limitação do corrente estudo, considera-se que a magnitude dos efeitos especificados para tais variáveis demanda estudos mais amplos e com compatibilidade entre as medidas e variáveis empregadas para maximizar o nível de significância estatística e, consequentemente, otimizar as condições de generalização das evidências apresentadas.

Além disto, pode haver características que não tenham sido identificadas ou que foram negligenciadas e que podem se revelar importantes, as quais podem ser exploradas futuramente, como exemplo, a análise de subgrupos, de ferramentas específicas do Maker ou comparativos de metodologias. Assim, recomenda-se que pesquisas futuras sejam realizadas com o intuito de analisar como estas formações acontecem, quais são os resultados para grupoespecíficos e, quem sabe, ampliar estas pesquisas para outras áreas do conhecimento além das Ciências, Tecnologias, Engenharias, Artes e Matemática (STEAM).

VI. Outras Informações

Esta RSL não careceu de registro nem de protocolo. A pesquisa foi financiada pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais (PPGTE) da Univerisade Federal do Ceará (UFC). Nenhum potencial conflito de interesse foi relatado pelos autores. Todos os dados coletados para esta revisão estão disponíveis no site: https://parsif.al/luizpfl/uma-revisao-sistematica-sobre-a-formacao-de-professores-e-a-cultura-maker/ sob pedido de disponibilidade dos autores.

References Références Referencias

1. Andersen, H. V., & Pitkänen, K. (2019). Empowering educators by developing professional practice in digital fabrication and design thinking. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *21*, 1-16.
2. Brahms, L. (2014). *Making as a learning process: Identifying and supporting family learning in informlis settings.* (Doctoral dissertation, University of Pittsburgh).
3. Brasil. Ministério da Saúde. (2017). Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. ROBIS – Risk of Bias in Systematic Reviews: ferramenta para avaliar o risco de viés em revisões sistemáticas: orientações de uso. Brasília: Ministério da Saúde.
4. Carvalho, A. B. G., & Bley, D. P. (2018). Cultura Maker e o uso das tecnologias digitais na educação: construindo pontes entre as teorias e práticas no Brasil e na Alemanha. *Revista Tecnologias na Educação*, *26*(10), 21-40.
5. Carvalho, A. B. G., & Bley, D. P. (2018). Cultura Maker e o uso das tecnologias digitais na educação: construindo pontes entre as teorias e práticas no Brasil e na Alemanha. *Revista Tecnologias na Educação*, *26*(10), 21-40.
6. Eisenberg, M. (2013). 3D printing for children: What to build next?. International Journal of Child-Computer Interaction, 1(1), 7-13.

© 2024 Global Journals

7. Galvão, T. F., Pansani, T. D. S. A., & Harrad, D. (2015). Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiologia e serviços de saúde*, *24*, 335-342.
8. Gavassa, R., Munhoz, G. (2016) Cultura Maker, Aprendizagem Investigativa por Desafios e Resolução de Problemas na SME-SP (Brasil). In: *Anais do FabLearn Conference:* Promovendo Equidade na Educação pelo Movimento Maker. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2016.
9. Godhe, A. L., Lilja, P., & Selwyn, N. (2019). Making sense of making: critical issues in the integration of maker education into schools. *Technology, Pedagogy and Education,* 28(3), 317-328.
10. González, D., Santiago, M., & Domínguez González, M. S. (2021). Mediación tecnológica apoyada en la Cultura Maker para la enseñanza de Ciencia y Tecnología en educación secundaria. Doi: 10.131 40/RG.2.2.24794.11206.
11. Gutwill, J. P., Hido, N., & Sindorf, L. (2015). Research to practice: Observing learning in tinkering activities. *Curator: The Museum Journal,* 58(2), 151-168.
12. Karppinen, S., Kallunki, V., & Komulainen, K. (2019). Interdisciplinary craft designing and invention pedagogy in teacher education: student teachers creating smart textiles. *International Journal of Technology and Design Education*, 29, 57-74.
13. Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering version 2.3. *Engineering*, *45* (4ve), 1051.
14. Kjartansdóttir, S. H., Hjartarson, T., & Pétursdóttir, S. (2020). Of women tech pioneers and tiny experts of ingenuity. *Frontiers in Education* (5), 537697.
15. Litts, B., Kafai, Y., Fields, D., Malverso, E., & Peppler, K. (2016). *Connected making*. Irvine, CA: Digital Media and Learning Consortium.
16. Merkle, L. E. (2016). Perspectivas educacionais FabLearn: conceitos e práticas maker no Brasil. In *1a Conferência FabLearn Brasil-Promovendo Equidade na Educação pelo Movimento Maker.* São Paulo.
17. Milara, I. S., Pitkänen, K., Laru, J., Iwata, M., Orduña, M. C., & Riekki, J. (2020). STEAM in Oulu: Scaffolding the development of a Community of Practice for local educators around STEAM and digital fabrication. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *26*, 100197.
18. Orwin, R. G. (1983). A fail-safe N for effect size in meta-analysis. *Journal of educational statistics*, 8(2), 157-159.
19. Perrenoud, P., & Thurler, M. G. (2009). As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação. Artmed Editora.
20. R Core Team. (2022). R: A Language and environment for statistical computing (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from https://cran.r-project.org. (R packages retrieved from CRAN snapshot 2023-04-07).
21. Sefton-Green, J. (2013). Mapping digital makers: A review exploring everyday creativity, learning lives and the digital. *Nominet Trust.*
22. Selwyn, N., Nemorin, S., Bulfin, S., & Johnson, N. F. (2017). *Everyday schooling in the digital age: High school, high tech?*. Routledge.
23. Shyshenko, I. V., Martynenko, O. V., Chkana, Y. O., Udovychenko, O. M., Spas, T. R., & Semenikhina, O. V. (2022, May). A Mathematics Teacher's Training to Create a Maker Space in Mathematics Lessons by Means of GeoGebra. In *2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)*, 632-637. IEEE.
24. Sterne, J. A., Sutton, A. J., Ioannidis, J. P., Terrin, N., Jones, D. R., Lau, J., ... & Higgins, J. P. (2011). Recommendations for examining and interpreting funnel plot asymmetry in meta-analyses of randomised controlled trials. *Bmj*, *343*.
25. Taylor, B. (2016). Evaluating the benefit of the maker movement in K-12 STEM education. *Electronic International Journal of Education, Arts, and Science* (EIJEAS), 2.
26. The jamovi project. (2023). jamovi (Version 2.4) [Computer software]. Retrieved from https://www.jamovi.org.
27. Valente, J. A., & Blikstein, P. (2019). Maker education: Where is the knowledge construction?. *Constructivist Foundations,* 14(3), 252-262.
28. Walan, S., & Gericke, N. (2023). Transferring makerspace activities to the classroom: a tension between two learning cultures. *International Journal of Technology and Design Education*, *33*(5), 1755-1772.
29. Xiang, S., Yang, W., & Yeter, I. H. (2023). Making a Makerspace for children: A mixed-methods study in Chinese kindergartens. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 36, 100583.
30. Zhao, Y. (2017). What works may hurt: Side effects in education. *Journal of Educational Change*, *18*(1), 1-19.

© 2024 Global Journals