



Revista
Educar Mais

Cultura maker no ensino de ciências na educação básica: uma revisão sistemática da literatura

Maker culture in science teaching in basic education: a systematic literature review

Cultura maker en la enseñanza de las ciencias en la educación básica: una revisión sistemática de la literatura

Giliane Felismino Sales¹  • César de Castro Brasileiro²  •

Emanuela Moura de Melo Castro³  • Francisco Herbert Lima Vasconcelos⁴ 

RESUMO

A cultura *maker* ou “faça você mesmo” apresenta iniciativas que podem ser aplicadas como alternativa às aulas tradicionais. Ela permite que os alunos desenvolvam seu conhecimento teórico por meio da prática. O presente artigo tem o objetivo de analisar a aplicabilidade da cultura *maker* no âmbito educacional brasileiro, com foco no ensino de ciências, por meio de uma revisão bibliográfica, norteadas pelo procedimento de Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Por meio de mecanismos de buscas acadêmicos (MBAs), foram coletados um total de 304 artigos entre 2017 e 2021 e analisados, com base em critérios de inclusão e exclusão, um total de 9 trabalhos. A realização desta pesquisa empregou o método da Revisão Sistemática de Literatura, que consiste em uma abordagem que tem por objetivo apresentar uma avaliação criteriosa acerca de um determinado tema, constituindo-se, portanto, em um meio de avaliar e interpretar estudos relevantes disponíveis sobre um tema específico (KITCHENHAM, 2004). Os resultados apontam que foram utilizados métodos de aprendizagem, como STEAM, Design Thinking e Design Science Research (DSR). Os instrumentos avaliativos que mais se destacaram foram: resolução de exercícios e questionários pré-teste e pós-teste. Os trabalhos também apontaram o uso de recursos de baixo custo, bem como de ferramentas tecnológicas. Observou-se também avaliações positivas em todos os estudos quanto às metodologias empregadas e à aplicabilidade da cultura *maker* no ensino de ciências. Dentre as limitações apontadas, destacam-se a falta de materiais na escola e transporte de alunos para um laboratório *maker* para o desenvolvimento das atividades.

Palavras-chave: Cultura *maker*; Ensino de Ciências; Aprendizagem.

ABSTRACT

The maker culture or "do it yourself" presents initiatives that can be applied as an alternative to traditional classes. It allows students to develop their theoretical knowledge through practice. This article aims to analyze the applicability of the maker culture in the Brazilian educational context, focusing on science teaching, through a bibliographic review, guided by the Systematic Literature Review (SLR) procedure. Through academic search engines (MBAs), a total of 304 articles were collected between 2017 and 2021 and analyzed, based on inclusion and exclusion criteria, a total of 9 works. This research used the Systematic Literature Review method, which

¹ Licenciada em Biologia, Especialista em Educação Ambiental e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza/CE – Brasil. E-mail: giliane.sales@edu.sobral.ce.gov.br

² Licenciado em Biologia, Especialista em Gestão e Organização da Escola e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza/CE – Brasil. E-mail: pccesar91@gmail.com

³ Licenciada em Matemática e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza/CE – Brasil. E-mail: emanuelammelo@gmail.com

⁴ Doutor em Engenharia de Teleinformática e Professor da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza/CE – Brasil. E-mail: herbert@virtual.ufc.br

consists of an approach that aims to present a careful assessment of a given topic, thus constituting a means of evaluating and interpreting relevant studies available on a given topic. specific theme (KITCHENHAM, 2004). The results indicate that learning methods such as STEAM, Design Thinking and Design Science Research (DSR) were used. The evaluative instruments that stood out the most were: resolution of exercises and pre-test and post-test questionnaires. The works also pointed to the use of low-cost resources, as well as technological tools. Positive evaluations were also observed in all studies regarding the methodologies employed and the applicability of the maker culture in science teaching. Among the limitations pointed out, the lack of materials at school and transportation of students to a maker laboratory for the development of activities stand out.

Keywords: *Maker culture; Science teaching; Learning.*

RESUMEN

La cultura maker o "hazlo tú mismo" presenta iniciativas que se pueden aplicar como alternativa a las clases tradicionales. Permite a los estudiantes desarrollar sus conocimientos teóricos a través de la práctica. Este artículo tiene como objetivo analizar la aplicabilidad de la cultura maker en el contexto educativo brasileño, centrándose en la enseñanza de las ciencias, a través de una revisión bibliográfica, guiada por el procedimiento Systematic Literature Review (SLR). A través de buscadores académicos (MBAs) se recogieron un total de 304 artículos entre 2017 y 2021 y se analizaron, en base a criterios de inclusión y exclusión, un total de 9 trabajos. Esta investigación utilizó el método de Revisión Sistemática de Literatura, que consiste en un enfoque que tiene como objetivo presentar una evaluación cuidadosa de un tema determinado, constituyendo así un medio para evaluar e interpretar los estudios relevantes disponibles sobre un tema específico (KITCHENHAM, 2004). Los resultados indican que se utilizaron métodos de aprendizaje como STEAM, Design Thinking y Design Science Research (DSR). Los instrumentos evaluativos que más se destacaron fueron: resolución de ejercicios y cuestionarios pretest y postest. Los trabajos también apuntaron al uso de recursos de bajo costo, así como herramientas tecnológicas. También se observaron valoraciones positivas en todos los estudios en cuanto a las metodologías empleadas y la aplicabilidad de la cultura maker en la enseñanza de las ciencias. Entre las limitaciones señaladas se destacan la falta de materiales en la escuela y el transporte de los alumnos a un laboratorio maker para el desarrollo de las actividades.

Palabras clave: *Cultura maker; Enseñanza de las Ciencias; Aprendiendo.*

1. INTRODUÇÃO

Em meio às mudanças advindas com a modernidade, temos as tecnologias incorporadas na sociedade atual, que é cada vez mais digital, móvel e conectada. Portanto, não há como pensá-las senão fazendo parte das atividades pedagógicas e curriculares da sala de aula. Candau (1999), discorrendo sobre as reformas educacionais na América Latina, chama atenção para as "palavras de ordem" que marcam as propostas que se tentam pôr em prática nos diferentes contextos: "[...] descentralização, qualidade, competitividade, equidade, reforma curricular, transversalidade, novas tecnologias, dentre outras de caráter secundário" (CANDAU, 1999, p.29). Portanto, é notória a necessidade das escolas reformularem seus currículos para promover um aprendizado significativo, interdisciplinar e integrador, oportunizando aos alunos múltiplas formas de desenvolver sua criatividade, criticidade, espírito colaborativo e empreendedor.

Uma abordagem capaz de desenvolver esses elementos é o movimento *maker*, que se caracteriza pela ação direta do aluno na construção de soluções criativas para problemas multidisciplinares, por meio da manipulação de objetos reais. A pedagogia fundamentada na "mão na massa", fazendo uso das tecnologias digitais, foi proposta por Papert e colaboradores, que cunharam o termo "construcionismo", pautada na ideia de que o conhecimento se realiza quando o aprendiz está engajado na produção de um objeto de seu interesse (PAPERT, 1986).

Piaget (1975), um dos mais influentes psicólogos do século XX, defendia que a aprendizagem deve ser construída a partir da interação do indivíduo com objetos do ambiente em que está inserido. Em seu livro "A Psicologia da Criança", o teórico enfatiza a importância da aprendizagem através do fazer, afirmando que é fundamental a criança entrar em contato direto com objetos para o desenvolvimento da inteligência.

Para Piaget (1975), as atividades práticas proporcionam uma experiência concreta ao indivíduo, permitindo que ele experimente, teste e descubra novos conhecimentos a partir de suas próprias ações. Dessa forma, as atividades manuais permitem que o indivíduo construa seu conhecimento de forma mais significativa e duradoura.

A utilização de tecnologias na educação deve estar atrelada às práticas pedagógicas do professor. Para isso, ele deve vencer o desafio imposto pela era digital, buscar em sua formação se atualizar não só dentro de sua especialidade, mas também inserir-se nas tecnologias que possam auxiliar em sua prática pedagógica. Para Behrens (2009, p.84) "a escola deve ser o ambiente transformador e as ferramentas tecnológicas não podem ser ignoradas na prática pedagógica".

Ensinar e aprender ciências, dentro de um contexto de atividades investigativas, resolução de situações-problema, e criação de protótipos de forma colaborativa não é uma tarefa fácil. A ciência vive num constante processo de transformação, quando cada dia uma nova descoberta no campo científico é realizada, impactando no seu currículo. Para Krasilchik (1988), os sistemas de ensino, respondendo às mudanças sociais da atualidade, vêm sugerindo redesenhos no ensino das ciências e fazendo ramificações dos componentes curriculares tradicionais: Física, Química e Biologia.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza que aprender ciências vai além de assimilar seus conteúdos conceituais, portanto, propõe-se também a debater sobre o papel do conhecimento científico, ambiental, tecnológico e social, bem como na saúde humana, nas questões culturais, corroborando com o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões cotidianas (BRASIL, 2018).

O ensino deste componente curricular no Brasil ainda está longe de ser o ideal. Segundo o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), o Brasil tem baixa proficiência em leitura, matemática e ciências, se comparado com outros 78 países que participaram da avaliação. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (2019), quando os estudantes brasileiros são comparados com os da América do Sul, analisados pelo Pisa em ciências, o país está em último lugar, juntamente com os vizinhos Argentina e Peru.

Diante da atual conjuntura do ensino de ciências no Brasil, este estudo questiona: existem trabalhos científicos na literatura brasileira que abordam a aplicabilidade da cultura *maker* no ensino de ciências? Ainda de acordo com a literatura, podemos afirmar que a cultura *maker* desenvolve um modelo de aluno crítico e promove uma aprendizagem significativa, em pares, na qual o aluno desenvolve projetos de forma colaborativa a partir da resolução de problemas cotidianos? A partir dessas perguntas, surgem algumas situações que foram investigadas na RSL: Quais são os métodos de aprendizagem e instrumentos utilizados para medir a eficácia no aprendizado do ensino de ciências associado à cultura *maker*? Quais os recursos tecnológicos e ferramentas utilizados no ensino de ciências associado à cultura *maker*? Quais os benefícios e limitações considerados nos artigos relacionados ao adotar a utilização da cultura *maker* no ensino de ciências?

Sabendo da importância da temática abordada neste artigo, observou-se a necessidade de estruturar uma pesquisa, no formato de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), dos trabalhos publicados em bases de dados científicos digitais, apresentando os estudos que tratam da produção de tecnologias digitais, com foco na utilização da cultura *maker* no ensino de ciências, especificamente para os anos finais do ensino fundamental. De acordo com Kitchenham (2004), uma RSL utiliza um processo metódico para identificar, avaliar e interpretar todas as evidências científicas disponíveis e relevantes, relacionadas a um tema específico de interesse.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente, é perceptível o avanço da tecnologia na sociedade em grande parte do mundo. Essa evolução tecnológica acontece em todos os setores. Na educação não é diferente. Segundo Raabe *et al.* (2018), a tecnologia e a computação estão presentes em diversas situações do nosso cotidiano: na troca de informações entre as pessoas, em setores como saúde, educação, transporte, produção de materiais, dentre outros. Nesta conjectura, é essencial que os estudantes compreendam os conceitos, procedimentos e objetivos destas áreas, a fim de que atuem criticamente enquanto cidadãos do século XXI.

Segundo Blikstein (2013), Papert defende a tecnologia nas escolas não como uma maneira de otimizar a educação tradicional, mas como uma ferramenta emancipatória, que colocaria o material de construção mais poderoso nas mãos das crianças. Os conteúdos e práticas das ciências nos preparam para interpretar dados, avaliar evidências e argumentos, desenhar experimentos, questionar “verdades”, identificar notícias falsas e tomar decisões fundamentadas em evidências em nossa vida pessoal, profissional e cívica (BLIKSTEIN; HOCHGREB-HÄGELE; FERNANDEZ, 2020).

É de fundamental importância integrar as novas tecnologias no ensino de ciências, como uma possibilidade de melhorar a qualidade do processo de ensino e aprendizagem. “A tecnologia deve servir para enriquecer o ambiente educacional, propiciando a construção de conhecimentos por meio de uma atuação ativa, crítica e criativa por parte de alunos e professores” (MORAN, 1995, p. 126).

Não se pode mais admitir um ensino de ciências descontextualizado do cotidiano dos estudantes. Para Freire (1980, p. 39), “[...] a educação deve permitir ao homem construir-se como pessoa, transformar o mundo, estabelecer com os outros homens relações de reciprocidade, fazer a cultura e a história”.

De acordo com a BNCC, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo, como também de transformá-lo a partir dos subsídios teóricos e processuais das ciências. Assim, aprender ciência não é o objetivo final do letramento, mas sim, o desenvolvimento da competência de atuação no e sobre o mundo, essencial ao exercício da cidadania (BRASIL, 2018).

Nessa perspectiva, é preciso afirmar que o ensino de ciências deve ir além da transposição de conhecimentos sistematizados transcritos em documentos. Ele deve ser motivado a formar cidadãos críticos, que serão capazes de intervir no meio propondo soluções para diversos problemas presentes em seu cotidiano. Dessa forma, a construção do conhecimento se torna mais significativa e concreta.

Dentro desse contexto de avanço tecnológico, destaca-se o movimento *maker*. Segundo Samagaia e Neto (2015), esse movimento se fundamenta em uma tradição frequentemente revisitada, trata-se

do “faça você mesmo” e “*do it yourself*” (DiY), que vem se desenvolvendo em um conceito complementar ao “*do it with others*” (DiWO). Embora a cultura *maker* seja mostrada como uma evolução do “faça você mesmo”, esta se utiliza de ferramentas tecnológicas como a placa Arduíno, impressoras 3D, cortadoras a laser, kits de robótica e máquinas de costura, a fim de instigar a aprendizagem por meio da investigação, criação e descoberta (RAABE; GOMES, 2018).

Para Piaget (1975), a aprendizagem por meio de atividades práticas e lúdicas não se limita apenas à construção de objetos concretos, mas envolve também a construção de conceitos e ideias abstratas. Assim, ao manipular materiais concretos, o indivíduo é capaz de compreender e representar conceitos abstratos de forma mais concreta e tangível.

Medeiros *et al.* (2016) citaram que uma aula de ciências com o uso da cultura *maker* poderá promover e instigar ações diretas dos alunos na construção de soluções criativas para problemas multidisciplinares, por meio da manipulação de objetos reais. Dessa forma, ao projetar soluções a partir de problemas reais e realizar ações práticas através de erros e acertos, a aprendizagem se torna mais significativa porque a construção do conhecimento se dá em todas as etapas do processo, e não apenas no resultado final obtido.

Ao colocar os estudantes para aprender colaborativamente, a partir de situações relacionadas a problemas que trazem significância dentro de seus contextos, o ensino de ciências é transformado, pois proporciona um aprendizado de maneira criativa, no qual o modelo de troca de conhecimento entre mediador e estudante deixa de ser somente expositivo (BLIKSTEIN, 2013).

As ideias de Blikstein coadunam com a de Vygotsky, quando este afirma que o aprendizado do indivíduo é indissociável do contexto histórico, social e cultural em que está inserido. Para compreender, construir conhecimentos e se autodesenvolver, o ser humano precisa interagir com outros indivíduos. Para o autor, as relações sociais podem se tornar aprendizado via mediação, que é determinada pela ação que se alterna entre sujeito e objeto de aprendizagem (VYGOTSKY, 2007).

É fundamental, dentro do ensino de ciências, colocar o estudante como agente principal das ações pedagógicas desenvolvidas. O objetivo é levar o aluno a ter curiosidade pelos temas abordados, a refletir, investigar, analisar, debater, elaborar modelos, avaliar e projetar soluções, justificar suas ideias, aplicar seus conhecimentos em diversas situações do seu cotidiano e construir seu aprendizado ao longo de todo o processo de ensino e aprendizagem.

Vygotsky (1978) destaca a importância do aprendizado como um processo interno e não apenas como um meio de adquirir conhecimento. De acordo com sua teoria sociocultural, o aprendizado é um processo social e colaborativo que ocorre em um contexto cultural específico. As funções mentais superiores, como a resolução de problemas, a tomada de decisões e a criatividade, são desenvolvidas por meio da interação com outras pessoas e da experiência prática.

Envolver os estudantes em atividades práticas, nas quais eles possam trabalhar colaborativamente, o ensino “mão na massa” pode ajudar a desenvolver as funções mentais superiores de forma mais efetiva. Além disso, permite que apliquem seus conhecimentos teóricos em situações do mundo real, ajudando a desenvolver um entendimento mais profundo dos conceitos e das habilidades que estão aprendendo.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA

A Revisão Sistemática de Literatura desenvolvida nesta pesquisa trata das orientações de Kitchenham (2004). Tais orientações buscam apresentar uma justa avaliação sobre um tema que tenha sido proposto, ou seja, aborda um meio de avaliar e interpretar a relevância dos estudos que estão à disposição para temas específicos pré-determinados. Faz-se necessário, de acordo com a autora, determinar questões de pesquisa que serão respondidas com a coleta e organização de dados adquiridos na leitura e, em seguida, na seleção de artigos dentro da busca realizada. Outra etapa importante nessa seleção de artigos é a criação de critérios de inclusão e exclusão.

Segundo Kitchenham (2004), a RSL perpassa por três etapas bem definidas: planejamento, condução e relato.

- **Planejamento** - definir as informações que farão parte da Revisão Sistemática de Literatura como as bases de estudo, *string* de busca e as questões de pesquisa que deverão ser respondidas.
- **Condução** - analisar a aplicabilidade da *string* de busca nas diferentes bases de pesquisa, organizando os filtros de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.
- **Relato** - comunicar os resultados da revisão por meio de trabalhos acadêmicos como artigos, dissertações, teses e outros. Sendo assim, para adquirir uma visão ampliada sobre a aplicabilidade da cultura *maker* no ensino de ciências da educação básica, elaborou-se uma pesquisa bibliográfica em diversas bases de informações.

Diante dos questionamentos apresentados pela RSL, definiu-se uma questão principal (QP) que trata do foco pretendido durante o processo desenvolvido: A cultura *maker* associada ao ensino de ciências contribui para uma aprendizagem mais significativa dos estudantes? A QP coletará informações dentro da base de dados sobre os resultados relacionados aos estudos que foram publicados e às evidências descritas com a aplicação da cultura *maker* no ensino. A QP que norteia o desenvolvimento deste presente estudo corrobora também com a elaboração de questões de pesquisa centrais (QPC) e de questões secundárias (QS), que puderam ser respondidas a partir da leitura dos artigos encontrados, descritas no quadro abaixo.

Quadro 1 - Questões de Pesquisa

Questões principais centrais (QPC)	Questões secundárias (QS)
QP1. Quais são os métodos de aprendizagem e instrumentos utilizados para medir a eficácia no aprendizado do ensino de ciências associado a cultura <i>maker</i> ?	QS1. Houve aumento significativo de estudos sobre o tema no decorrer dos anos?
QP2. Quais os recursos tecnológicos e ferramentas utilizados no ensino de ciências associado à cultura <i>maker</i> ?	QS2. Em que níveis de ensino os estudos estão sendo realizados?
QP3. Quais os benefícios e limitações considerados nos artigos relacionados ao adotar a utilização da cultura <i>maker</i> no ensino de ciências?	QS3. Em que regiões do Brasil há estudos sobre o ensino de ciências associado à cultura <i>Maker</i> ?

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

3.1 Estratégias de Busca

Neste estudo, como estratégia de busca na RSL, foram consideradas duas etapas: a definição das palavras-chave e a semântica da pesquisa e as bibliotecas digitais que servirão de base de dados (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

3.2 Palavras-chave

As palavras-chave utilizadas foram cultura *maker*, movimento *maker*, ensino, ciências e ensino de ciências.

3.3 String de Busca

As *strings* de busca, contempladas na RSL, basearam-se nas questões de pesquisa. O booleano *AND* e *OR* foram usados para juntar os termos.

Quadro 2 - *String* de busca automática utilizada nas bases de dados

Operadores	OR	AND
String de busca	"Cultura <i>maker</i> " or "movimento <i>maker</i> " and "ensino" and "ciências"	

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

3.4 Bases de dados

A busca ocorreu na utilização das principais bases eletrônicas e científicas de dados, respondendo aos questionamentos QP1 a QP3 e QS1 a QS3. Considerou-se a busca automática e manual. O intervalo de tempo dos trabalhos científicos publicados foi definido de 2017 a 2021 (5 anos). Definiu-se também que as publicações fossem nacionais e escritas em língua portuguesa. Segue, no quadro abaixo, as bases bibliográficas utilizadas:

Quadro 3 - Bases de Dados da Pesquisa com endereço e tipo de busca

BASE DE DADOS	ENDEREÇO ELETRÔNICO	TIPO DE BUSCA
Google acadêmico	https://scholar.google.com.br	Automática
Periódicos CAPES	https://www-periodicos-capes-gov-br	Automática
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia - RBECT	https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect	Manual
Revista Brasileira de Informática na Educação - RBIE	https://www.br-ie.org/	Manual
Revista de Educação, Ciência e Tecnologia - #Tear	https://periodicos.ifrs.edu.br/	Manual
Revista Investigações em Ensino de Ciências - IENCI	https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/about	Manual

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

3.5 Critérios de Inclusão e Exclusão

Nesta etapa, selecionou-se seis critérios de inclusão (I) e sete critérios de exclusão (E). Essas publicações foram obtidas através da utilização das *strings* de busca inseridas nas bases de dados, juntamente com as questões de pesquisa e critérios de exclusão e inclusão (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

Quadro 4 – Critérios de Inclusão e Exclusão

(I) Critérios de Inclusão	(E) Critérios de Exclusão
1. Trabalhos que atendam a <i>string</i> de busca.	1. Estudos não completos e que apresentam lacunas no trabalho e/ou não apresentam fundamentação teórica adequada.
2. Apresentam abordagem <i>maker</i> e ensino de ciências nos ambientes educacionais e utilização dos laboratórios. (Espaços e infraestrutura).	2. Artigos similares (quando dois ou mais artigos têm conteúdo muito parecido será mantido apenas o estudo mais recente).
3. Artigos, dissertações e teses.	3. Artigos publicados em congressos, anais, encontros, feiras.
4. Fornecem alguma evidência empírica sobre as vantagens / desvantagens / problemas da utilização da cultura <i>maker</i> no ensino.	4. Revisões sistemáticas, artigos duplicados.
5. Trabalhos com versão apenas em português.	5. Trabalhos que não apresentam a abordagem <i>maker</i> e ensino de ciências no ambiente educacional.
6. Trabalhos publicados nos últimos 5 anos (2017-2021).	6. Trabalhos que envolvem formação de professores.
	7. Trabalhos que a versão não esteja em português.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

3.6 Extração dos dados

A busca de trabalhos foi realizada utilizando-se as expressões apresentadas anteriormente, e resultaram em 304 trabalhos. Durante esse processo, foi necessária a realização de uma busca manual em 4 fontes de dados (F3, F4, F5 e F6). Nestas, a chave de busca considerada foi apenas cultura *maker* e ensino de ciências. Posteriormente, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão listados no Quadro 4, em dois processos de refinamento para os resultados obtidos: o primeiro, pautado na leitura do título, palavras-chave; e o segundo, por meio de leitura do resumo, introdução, metodologia e da conclusão. Na tabela abaixo, encontra-se o resultado da extração dos estudos.

Tabela 1 - Resultados por base de dados

	Repositório	Resultado	1º Refinamento	2º Refinamento
F1	Google acadêmico	288	15	9
F2	Periódico da Capes	12	11	0
F3	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	2	1	0
F4	Revista Brasileira de Informática na Educação - RBIE	1	1	0
F5	Revista de Educação, Ciência e Tecnologia - #tear	1	1	0
F6	Revista Investigações em Ensino de Ciências - IENCI	0	0	0

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção traz a análise dos estudos a partir das questões primárias e secundárias. As questões primárias apresentam os resultados qualitativos das indagações do estudo; enquanto que as secundárias estão relacionadas aos resultados quantitativos do mesmo.

4.1 Resultados da condução da pesquisa

Depois das etapas anteriores, efetivou-se a obtenção dos estudos, a partir das bases bibliográficas e *String* de busca definidas. A pesquisa identificou 9 (nove) estudos que foram incluídos na Revisão Sistemática de Literatura (RSL) respondendo aos questionamentos aplicados nas questões primárias e secundárias. No Quadro 5, estão os trabalhos selecionados para a RSL, com as informações mais relevantes de cada um: ID, título, base, autores e ano de publicação.

4.2 Trabalhos Selecionados

Quadro 5 - Lista de estudos selecionados

ID	Título	Base	Autores	Ano
E1	Movimento <i>Maker</i> na Educação: <i>creative learning</i> , <i>Fab Labs</i> e a construção de objetos para apoio a atividades educacionais de ciências e tecnologias, no ensino fundamental 2 (séries finais)	Google Scholar	Medeiros, 2018	2018
E2	Produção de modelos moleculares de baixo custo para utilização como ferramenta auxiliar no ensino de Química	Google Scholar	Rufino Junior, 2019	2019
E3	<i>Eco-Maker</i> : Deixando um legado na horta da EMEF Professora "Sofia Imbiriba" - Santarém - PA (Brasil)	Google Scholar	Soares <i>et al.</i> , 2019	2019
E4	Brinquedo pedagógico para o desenvolvimento da consciência ambiental	Google Scholar	Oliveira e Samarian, 2020	2020
E5	Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura <i>Maker</i> à Resolução de Problemas	Google Scholar	Santos e Andrade, 2020	2020
E6	Articulações entre práticas de educação ambiental, robótica e cultura <i>maker</i> no contexto das aulas de laboratório de ciências	Google Scholar	Machado e Zago, 2020	2020
E7	Proposta de recursos educacionais abertos para apoiar o ensino de conceitos relacionados à transformação de energia solar em energia elétrica	Google Scholar	Souza, 2020	2020
E8	Aprendizagem investigativa sobre a Dengue empregando a educação STEAM e métodos ativos no ensino médio	Google Scholar	Santos, 2020	2020
E9	Protozoários, "vilões ou mocinhos"? Uma proposta integrativa e inclusiva para aulas de ciências	Google Scholar	Santos e Hardoim, 2021	2021

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

No Quadro 5, os trabalhos selecionados são todos do Google Scholar. Apesar de utilizar outras bases de dados, ao usar os critérios de inclusão e exclusão, restaram apenas estudos dessa base. Foram selecionados 5 (cinco) artigos (E3, E4, E5, E6, E9) e 4 (quatro) dissertações (E1, E2, E7 e E8).

4.3 Análise dos Artigos Selecionados

Esta subseção apresenta os resultados obtidos após a análise qualitativa e quantitativa dos estudos selecionados.

4.3.1 Análise Quantitativa dos Estudos

Para apresentar melhor o cenário da pesquisa, responderam-se inicialmente às questões secundárias do estudo, de forma individual, proporcionando uma visão geral dos artigos analisados.

QS1 - Houve aumento dos estudos acerca do tema no decorrer dos anos?

Ao analisar o quadro 5, percebemos que em 2017 não foi encontrado nenhum estudo que atendesse aos critérios de inclusão e exclusão da pesquisa. Posteriormente, percebe-se um crescimento significativo ao longo dos anos, principalmente em 2020, com exceção de 2021, de publicações referentes à cultura *maker* com enfoque no ensino de ciências.

QS2- Em que níveis de ensino da educação básica os estudos estão sendo realizados?

Ao analisar os estudos, pode-se afirmar que apenas 1 estudo é voltado para as séries iniciais do ensino fundamental e os demais estão divididos igualmente tanto para as séries finais do ensino fundamental como para o ensino médio, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 2 - Ensino de ciências associado à cultura *maker* por nível educacional

Nível Educacional	ID	Qtd de publicações	%
Ensino fundamental I	E3	1	11,11%
Ensino fundamental II	E4, E5, E6, E9	4	55,55%
Ensino Médio	E1, E2, E7 e E8	4	33,33%

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

QS3 - Em que regiões do Brasil foram feitos os estudos sobre o ensino de ciências associado à cultura *maker*?

Ao analisar os estudos, identifica-se que a aplicabilidade da cultura *maker* no ensino de ciências concentra-se na região Sul do Brasil (E1, E4, E6, E7), seguida da região Centro-Oeste (E8 e E9), Sudeste (E2), Norte (E3), Nordeste (E5), como mostra o quadro a seguir.

Quadro 6 - Aplicabilidade da cultura *maker* no ensino de ciências por região

ID	Local de aplicabilidade da cultura <i>maker</i> no ensino de ciências	Região do Brasil
E1	PoaLab, que é um laboratório de fabricação digital localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), campus Porto Alegre	Sul
E2	Escola particular do município de Rio Pomba, Minas Gerais	Sudeste
E3	EMEF Professora "Sofia Imbira" – Santarém – PA	Norte
E4	Colégio Estadual do Paraná - PR	Sul
E5	Escola de Ensino Médio Integrado à Educação Profissional da Paraíba	Nordeste
E6	Escola Municipal de Ensino Fundamental 2, em Curitiba	Sul
E7	Laboratório de Experimentação Remota (RExLab) da Universidade Federal de	Sul

	Santa Catarina	
E8	Escola em Mato Grosso	Centro-Oeste
E9	Escola na cidade de Comodoro, que fica a 638 km da capital do Estado de Mato Grosso	Centro-Oeste

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

4.3.2 Análise Qualitativa dos Estudos

Na sequência, encontram-se as análises referentes às questões primárias da pesquisa.

QP1 - Quais são os métodos de aprendizagem e instrumentos utilizados para medir a eficácia no aprendizado do ensino de ciências associado à cultura *maker*?

Com relação aos métodos de aprendizagem empregados nos estudos selecionados, pode-se observar que no estudo E1, foram utilizadas atividades baseadas em *creative learning*. Essa abordagem é baseada em quatro elementos principais, que são chamados de quatro "Ps" da Aprendizagem Criativa - *Projects, Passion, Peers and Play* (Projetos, Paixão, Pares e Explorar). O estudo E2 teve como método a aplicação de uma sequência didática, na qual possibilitou a construção de modelos moleculares, com o uso de materiais de baixo custo e fácil aquisição. O E3 utilizou o método "Faça você mesmo" (*DIY -Do It Yourself*), embasado na cultura *maker*.

O E4 teve como método de aprendizagem o projeto de Design alinhado à abordagem STEAM e *maker*. A abordagem STEAM *Education (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)* é um processo que através do movimento *maker* procura, literalmente, com atividades, englobar as ciências, tecnologia, artes e engenharia e matemática para contribuir na construção de conhecimento e na aprendizagem do aluno. Santos e Haroim (2021) descrevem de forma sucinta as etapas do projeto de Design, que inicia na preparação, perpassando pelas fases de geração, avaliação e realização do produto que traz uma solução para determinado problema.

O E5 traz o uso do *Design Thinking* e aprendizagem Baseada em Projetos e a Aprendizagem Baseada em Problemas para criação de materiais didáticos. O E7 utilizou o Design Science Research (DSR), que é um modelo que permite a produção do conhecimento científico através do desenvolvimento de um artefato inovador, por ser uma metodologia voltada à solução de problemas. O desenvolvimento desse artefato se deu dentro de uma sequência didática investigativa (SDI). Os estudos E8 e E9 trouxeram como métodos de aprendizagem uma sequência didática investigativa inspirada na abordagem STEAM.

Apenas quatro estudos (E2, E7, E8 e E9) trouxeram instrumentos avaliativos para medir a eficácia no aprendizado do ensino de ciências utilizando a cultura *maker*. Segundo Rufino Júnior (2019), autor do estudo E2, o instrumento avaliativo tem caráter formativo através das atividades, respostas dos questionários, participação na discussão, resolução de exercícios e sínteses. Souza (2020), autora do estudo E7, apresenta como instrumento um questionário de satisfação de uso do AVEA - "Experiência de Aprendizagem". Já os autores dos estudos E8 e E9 trazem o questionário pré-teste para identificar o conhecimento prévio e pós-teste, a fim de identificar o que aprenderam após a sequência didática aplicada.

Os estudos em questão trouxeram diferentes metodologias de ensino, com o intuito de incentivar os estudantes a aprenderem de forma autônoma, reflexiva e participativa. Para Raabe e Gomes (2018), o *maker* está associado à atividade prática do estudante, que de forma ativa constrói seu

conhecimento, a partir de soluções para problemas reais do ambiente de aprendizagem no qual está inserido.

QP2 - Quais os recursos tecnológicos e ferramentas utilizados no ensino de ciências associado à cultura *maker*?

Existem vários recursos tecnológicos e ferramentas disponíveis que podem ser usados dentro da cultura *maker*. O quadro 7 sintetiza esses resultados com o título do estudo, autor (es) e ano.

Quadro 7 - Recursos tecnológicos e ferramentas utilizadas no ensino de ciências associado à cultura *maker*

Título do estudo/autor/ano	Recursos tecnológicos e ferramentas
Movimento <i>Maker</i> na Educação: <i>creative learning</i> , Fab Labs e a construção de objetos para apoio a atividades educacionais de ciências e tecnologias, no ensino fundamental 2 (séries finais) (MEDEIROS, 2018)	Computador, impressora 3D, cortadora a laser, papelão, papel, isopor, tinta, palito de picolé, quebra-cabeça.
Produção de modelos moleculares de baixo custo para utilização como ferramenta auxiliar no ensino de Química (RUFINO JUNIOR, 2019)	Softwares: Avogadro 1.2.0 e ACD / ChemSketch (Freeware) 12.0); materiais de baixo custo, como palito, arame, canudo, bola de isopor, pirulito, jujuba.
Eco-Maker: Deixando um legado na horta da EMEF Professora "Sofia Imbiriba" - Santarém - PA (Belém) (SOARES <i>et al.</i> , 2019)	Celular, mudas de plantas, sementes de hortaliças - regador - terra e adubo, serragem, ferramentas de jardinagem (pá, enxada, ancinho, machado, serrote, kit de jardinagem, etc.) e materiais reutilizáveis, como pneus e garrafas PET.
Brinquedo pedagógico para o desenvolvimento da consciência ambiental (OLIVEIRA; ZAMARIAN, 2020)	Computador, kit com módulos mCookie da empresa pela empresa Microduino, software mDesigner, papelão.
Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura <i>Maker</i> à Resolução de Problemas (SANTOS; ANDRADE, 2020)	Celular, software Cinema 4D, software Cura, Impressora 3D.
Articulações entre práticas de educação ambiental, robótica e cultura <i>maker</i> no contexto das aulas de laboratório de ciências (MACHADO; ZAGO, 2020)	Sistema de irrigação automatizado via Arduino, mudas de plantas, resíduos reutilizáveis, como potes, garrafa pet, resíduos orgânicos como cascas e restos de frutas, pó de café e chá.
Proposta de recursos educacionais abertos para apoiar o ensino de conceitos relacionados à transformação de energia solar em energia elétrica (SOUZA, 2020)	Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA), Computador embarcado Raspberry Pi9, placa Arduino UNO, Componentes eletrônicos, placas fotovoltaicas, dispositivos móveis, terra, areia, bambu, madeira, área, vigas de eucalipto, palha.
Aprendizagem investigativa sobre a Dengue empregando a educação STEAM e métodos ativos no ensino médio (SANTOS, 2020)	Produção de um <i>podcast</i> e utilização de materiais reutilizáveis, como tampinha, garrafa pet, caixa de papelão, outros materiais como tinta, algodão, EVA, isopor e cola.
Protozoários, "vilões ou mocinhos"? Uma proposta integrativa e inclusiva para aulas de ciências (SANTOS; HARDOIM, 2021)	Laser, biscuit.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Observa-se que foram utilizados tanto materiais de baixo custo como tecnologias digitais. Estas estão cada vez mais acessíveis aos estudantes e é importante que o professor, antes de utilizá-las em sala de aula, faça um planejamento minucioso de como inseri-las na realidade dos discentes. Para Blikstein (2010), as tecnologias digitais são ferramentas poderosas para o desenvolvimento intelectual, e é essencial que as crianças as dominem para se expressarem e se libertarem de estruturas unificadas e expressões aceitas dentro do ambiente escolar.

A BNCC reconhece na sua quinta competência geral que a tecnologia tem papel fundamental na formação do estudante e estabelece que ele deve ser capaz de dominar o universo digital, sendo capaz de usar as ferramentas disponíveis e compreender o pensamento computacional e a influência da tecnologia na sociedade.

QP3. Quais os benefícios e limitações considerados nos estudos selecionados ao adotar a utilização da cultura *maker* no ensino de ciências?

Ao analisar os estudos, foi possível descrever os principais benefícios e limitações ao utilizar a cultura *maker* no ensino de ciências. Observam-se avaliações positivas em todos os estudos quanto às metodologias empregadas e a aplicabilidade da cultura *maker* no ensino de ciências. Os estudos revelaram que as atividades "mão na massa", associadas a tecnologias digitais no ensino de ciências, promovem a autonomia, o protagonismo, trabalho colaborativo, criatividade, compartilhamento de ideias e projeção de soluções criativas, a partir de problemas cotidianos.

Apenas 2 (dois) estudos (E1 e o E9) trouxeram as limitações em adotar a pedagogia "mão na massa" dentro do ensino de ciências. Medeiros (2018) apresenta em seu estudo, como limitação, transportar os alunos da cidade onde estudam para o laboratório Poa Lab, espaço *maker* que houve o desenvolvimento das prototipagens, como também a falta de recursos da escola, a desmotivação de alguns alunos e a desvalorização dos professores. Santos e Haridoim (2021) expõem a necessidade de outros estudos serem realizados para complementar a pesquisa, e para superação de lacunas que ainda existem sobre a utilização da Educação na abordagem STEAM, inclusive seus reflexos na inclusão de alunos com algum tipo de deficiência.

Tanto no construtivismo de Piaget, quanto no construcionismo de Papert, a aprendizagem é fundamentada por meio da construção do conhecimento, mediante a interação com objetos. O "aprender fazendo" e o "aprender a aprender", presentes nessas teorias, estão contextualizadas com a cultura *maker*. Para Papert (2008, p.135), "o tipo de conhecimento que as crianças mais precisam é o que as ajudará a obter mais conhecimento".

Ao trabalhar a cultura *maker* dentro do ambiente escolar, o professor favorece a inserção da educação *maker*. De acordo com Blikstein (2013), o principal objetivo dessa educação é educar as crianças, levando-as a projetar, fazer e construir novas tecnologias e não apenas usá-las. Nesse sentido, o autor ressalta que para a implantação da educação *maker* são necessários quatro pilares: a criação do espaço *maker*; a formação de professores; os projetos a serem desenvolvidos; e o protagonismo dos estudantes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou apresentar uma Revisão Sistemática de Literatura aplicada ao ensino básico, proporcionando discutir e analisar os estudos realizados sobre a utilização da cultura *maker* no ensino

de ciências na educação básica. Para essa RSL, foram estabelecidas questões de pesquisa e critérios que resultaram na análise de nove estudos. Nesse contexto, os trabalhos foram analisados visando responder às questões de pesquisa, possibilitando a aquisição de parte do conhecimento científico acerca do tema investigado.

Ao analisar os resultados quantitativos das questões secundárias da RSL, percebeu-se um crescimento na utilização de atividades “mão na massa”, envolvendo tecnologias digitais, principalmente em 2020. Ela é abordada de forma ainda muito tímida no ensino fundamental I, sendo mais utilizada no ensino fundamental II e médio. As principais regiões que utilizam essa metodologia são a região Sul e Centro-Oeste do país.

Para o presente estudo, os principais desafios e limitações ao trabalhar essa temática foram encontrar na literatura brasileira estudos que discutam a aplicabilidade da cultura *maker* dentro do ensino de ciências da educação básica. Existem alguns estudos em revistas e periódicos da Capes, mas não atendem aos critérios de inclusão e exclusão desta RSL. Há muitos trabalhos no *Google* acadêmico, mas são trabalhos que foram apresentados em anais, encontros, congressos e, portanto, não podiam fazer parte desta RSL.

Como trabalho futuro, recomenda-se novas pesquisas bibliográficas que procurem abordar a temática em questão, e quais instrumentos avaliativos são usados nesses estudos, que possam medir o desempenho dos alunos nas atividades *maker*, nesta modalidade de ensino da conjuntura educacional brasileira.

6. REFERÊNCIAS

BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

BLIKSTEIN, P.; HOCHGREB-HÄGELE, T.; FERNANDES, C. **Currículo IDEIA de Ciências**. Sobral: Transformative Learning Technologies Lab, 2020. Disponível em: <https://www.curriculoideia.org/documento>. Acesso em: 27 out. 2022.

BLIKSTEIN, P. Digital Fabrication and ‘Making’ in Education: The Democratization of Invention. In: WALTER-HERRMANN, Júlia; BÜCHING, Corinne (ed.). **FabLabs: of machines, makers and inventors**. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013. p. 1-22.

BLIKSTEIN, P. **O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional**. 2012. Disponível em: http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/Blikstein-Brasil_pode_ser_lider_mundial_em_educacao.pdf. Acesso em: 22 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CANDAU, V. M. F. Reformas educacionais hoje na América Latina. In: MOREIRA, Antonio Flávio Barbosa (org.). **Currículo, políticas e práticas**. Campinas, SP: Papirus, p. 29-42, 1999.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação – uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. Trad. De Kátia de Melo e Silva. 3 ed. São Paulo: Moraes, 1980.

KITCHENHAM, B. A. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. 2004. Disponível em: <https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf>. Acesso em: 27 out. 2022.

KITCHENHAM, B. A.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report, 2007.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.

KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e a formação do cidadão. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. Em Aberto, Brasília, ano 7, n. 40, p. 55-60, 1988.

MACHADO, A. A.; ZAGO, M. R. R. da S. Articulações entre práticas de educação ambiental, robótica e cultura maker no contexto das aulas de laboratório de ciências. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 143-168, 15 dez. 2020. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/tsc.v7i2.14869>. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14869>. Acesso em: 23 mar. 2023.

MEDEIROS, J. **Movimento Maker na Educação**: creative learning, fab labs e a construção de objetos para apoio a atividades educacionais de ciências e tecnologias, no ensino fundamental 2 (séries finais). 2018. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Informática na Educação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MEDEIROS, J.; BUEIRA, C. L.; PERES, A.; BORGES, K. S. **Movimento maker e educação**: análise sobre as possibilidades de uso dos fab labs para o ensino de ciências na educação básica. análise sobre as possibilidades de uso dos Fab Labs para o ensino de Ciências na educação Básica. 2016. Disponível em: https://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_33.pdf. Acesso em: 28 out. 2022.

MORAN, J. M. Novas tecnologias e o reencantamento do mundo. **Revista Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 126, p. 24-26, set./out. 1995.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). **PISA 2018 Assessment and Analytical Framework**, PISA, OECD Publishing, Paris, 2019. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework_b25efab8-en. Acesso em: 26 out. 2022.

OLIVEIRA, L. S de; ZAMARIAN, E. H. C. Brinquedo Pedagógico para o desenvolvimento da consciência ambiental. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 9, p. 365-384, 2020. DOI: 10.19177/rgsa.v9e02020365-384. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9173. Acesso em: 02 dez. 2022.

PAPERT, S. **Constructionism**: A new opportunity for elementary science education. Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, 1986.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PIAGET, Jean. A teoria de Piaget. In: MUSSEN, P. H. (org). **Psicologia da criança**. Desenvolvimento Cognitivo. São Paulo: E.P.U. 1975. Vol. 4, p. 71-117.

RAABE, A. L. A; BRACKMANN, C. P.; CAMPOS, F. R. **Currículo de referência em tecnologia e computação**: da educação infantil ao ensino fundamental. São Paulo: CIEB, 2018. Disponível em: https://curriculo.cieb.net.br/assets/docs/Curriculo_de_Referencia_em_Tecnologia_e_Computacao.pdf. Acesso em: 28 out. 2022.

RAABE, André; GOMES, Eduardo Borges. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, [S. l.], v. 26, n. 26, p. 6-20, set. 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art1-vol.26-EdicaoTematicaVIII-Setembro2018.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2022.

RUFINO JÚNIOR, A. J. S. **Produção de modelos moleculares de baixo custo para utilização como ferramenta auxiliar no ensino de química**. 2019. 37 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

SAMAGAIA, R.; NETO, D. D. Educação científica informal no movimento "Maker". **X Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências—São Paulo**, 2015.

SANTOS, J. S.; HARDOIM, E. L. Protozoários, "vilões ou mocinhos"? Uma proposta integrativa e inclusiva para aulas de ciências. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. e21050, 2021. DOI: 10.26571/reamec.v9i2.11493. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/11493>. Acesso em: 28 nov. 2022.

SANTOS, J. T. G.; ANDRADE, A. F. Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, 2020. DOI: 10.22456/1679-1916.106014. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/106014>. Acesso em: 24 mar. 2023.

SANTOS, P. A. **Aprendizagem investigativa sobre a dengue empregando a educação STEAM e métodos ativos no ensino médio**. 2020. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2020.

SOARES, A. L. O.; SOARES, D. S. O.; ALMEIDA, M. A. D.; SOUSA, R. G.; WAI, S. P. W.; PONTES, W. N. S. Eco-maker: deixando um legado na horta da e.m.e.f. professora "sofia imbiriba". **Rech - Revista Ensino de Ciências e Humanidades - Cidadania, Diversidade e Bem-Estar**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 168-193, jan./jun. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/rech/article/view/5807/4528>. Acesso em: 28 nov. 2022.

SOUZA, F. S. **Proposta de recursos educacionais abertos para apoiar o ensino de conceitos relacionados à transformação de energia solar em energia elétrica**. 2020. 192 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (Mnpef), Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2020.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society: The development of higher psychological processes**. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2007. 182 p

Submissão: 24/02/2023

Aceito: 28/04/2023