

MOVIMENTO MAKER: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO POR MEIO DA TEORIA DO ENFOQUE META ANALÍTICO CONSOLIDADO

Ana Carolina Zimmermann – acarolzimmer@gmail.com
Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia de Produção
SQN 305 Bloco H
70737080 – Brasília - DF

Andréa Cristina dos Santos – andreasantos@unb.br
Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia de Produção
SQN 212 Bloco F
70864060 – Brasília – DF

Resumo: O objetivo desse estudo é apresentar uma revisão sistemática das principais contribuições da literatura de alto impacto na temática Movimento Maker, e identificar sua influência na educação superior, em especial no ensino de engenharia. Foi realizada uma pesquisa exploratória, de abordagem quantitativa, através da TEMAC – Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado, aplicadas em duas bases de dados: Web of Science e Scopus. Foram levantados os principais trabalhos científicos, seus respectivos autores e contribuições. Por meio das análises de co-citação e acoplamento bibliográfico, foram identificadas as principais abordagens utilizadas, bem como as frentes emergentes de estudo nesse tema.

Palavras-chave: Movimento Maker. Makerspace. Educação em Engenharia. TEMAC.

1 INTRODUÇÃO

O advento de novas tecnologias de fabricação somado à redução de custo de outras, possibilitou a aproximação de pessoas comuns a equipamentos que antigamente eram considerados sofisticados e inacessíveis. Anderson (2012) apresenta o Movimento *Maker* como “a nova revolução industrial”, caracterizando-o pelo uso de ferramentas digitais, normas sociais de compartilhamento de designs e padrões de design comuns para facilitar o compartilhamento e rápida iteração.

Wilczynski et al. (2017) descreve *makerspaces* (também chamados de FabLabs, espaços-*maker*, laboratórios de fabricação digital, laboratórios abertos, entre outros) como espaços físicos onde *makers* (ou “fazedores”) podem utilizar ferramentas de fabricação digital e equipamentos eletrônicos para criar, projetar e produzir novos objetos e sistemas. Os autores reforçam que esse termo não está limitado apenas ao espaço, mas inclui toda a comunidade de membros que participa de suas atividades.

Trazendo esses conceitos para uma abordagem mais centrada na educação superior, Gershenfeld (2008) define os FabLabs como ambientes pedagógicos que permitem indivíduos comuns resolverem seus próprios problemas através da fabricação. Essa iniciativa é uma das grandes responsáveis pela crescente tendência de implementação de *makerspaces* em instituições de ensino superior, em especial àquelas ligadas ao ensino de engenharia.

Apesar da expansão do movimento nas universidades, a literatura científica ainda se mostra muito incipiente, tendo mostrado um aumento mais expressivo a partir de 2014, apresentando poucos artigos de revisão. Assim, esse estudo considera o papel emergente do Movimento

Maker na educação em engenharia e se propõe a realizar uma revisão bibliográfica sistemática, de maneira a entender quais são suas principais influências, abordagens de estudo e tendências que estão sendo formadas.

2 MÉTODO

Este estudo é do tipo exploratório com abordagem quantitativa por meio da Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado – TEMAC (MARIANO e ROCHA, 2017). Visando a identificação da literatura de impacto, esta técnica é fundamentada em três etapas: (i) preparação da pesquisa; (ii) apresentação e inter-relação dos dados e (iii) detalhamento, modelo integrador e validação por evidências.

Para o exame dos dados, foi utilizado o software gratuito VOSViewer 1.6.5. O programa possibilita a criação de mapas de calor que integram as principais contribuições e abordagens já existentes por meio da co-citação e quais são as frentes de pesquisa futuras, por meio do acoplamento bibliométrico. As análises foram realizadas em maio de 2018.

3 RESULTADOS E ANÁLISES

3.1 Preparação da pesquisa

Objetivando integrar os melhores resultados, foram utilizadas as plataformas *Web of Science* e a *Scopus*. Essas são consideradas por Cobo et al. (2012) como duas das bases de dados mais importantes e abrangentes, sendo bem-conceituadas nas comunidades acadêmicas. Outro motivo que contribuiu para a escolha desses bancos foi a compatibilidade com o software VOSViewer, necessário para análises deste trabalho.

Na etapa 1 foram definidos como descritores de pesquisa as expressões “*makerspace*”, “*fablab*” e “*maker movement*” bem como suas variações na forma plural e acrescidos de espaço. As próprias plataformas aceitam o recurso de truncagem “OR” de maneira a garantir maior cobertura dos resultados. Também foi levantado a possibilidade de se buscar termos como “*techshop*” e “*digital fabrication lab*”, expressões comumente usadas como sinônimos de *makerspaces*, mas em pesquisa prévia esses descritores não obtiveram resultados expressivos.

A pesquisa na base *Web of Science* resultou em 375 trabalhos iniciais, os quais foram filtrados pelas seguintes categorias: “*education educational research*”, “*education scientific disciplines*”, “*engineering electrical electronic*”, “*engineering industrial*”, “*engineering manufacturing*”, “*engineering mechanical*” e “*engineering multidisciplinary*”. Após a seleção das categorias, foram encontrados 140 resultados, o mais antigo datando 1997, com um intervalo de 13 anos até a publicação de outro artigo em 2010.

A pesquisa na base *Scopus*, utilizando os mesmos descritores, retornou 561 resultados, que caíram para 184 quando aplicado o filtro “*engineering*”. O artigo mais antigo é de 1999, enquanto o segundo mais antigo é de 2004.

Os dois artigos cuja origem é anterior a virada do século XXI são referentes a laboratórios de fabricação dentro do escopo de engenharia, mas não estão relacionados ao contexto do Movimento *Maker*. Um maior grau de conexão com o objeto deste estudo é obtido em artigos redigidos a partir de 2004.

Da integração dos artigos dos dois bancos de dados, foram encontradas 32 duplicatas, restando 292 trabalhos únicos de 1997 a 2018, compondo a amostra desta pesquisa. A escassez de publicações neste espaço-tempo ratifica a novidade do tema na academia.

3.2 Apresentação e inter-relação dos dados

Quanto à evolução do tema, é percebido um crescente número de artigos publicados ano a ano. Destaca-se em especial uma intensificação das publicações nos dois últimos anos, representando o interesse da comunidade científica no assunto em questão.

Nos resultados de ambas as bases, os Estados Unidos representam quase metade das contribuições, com 46,4% dos trabalhos publicados na *Web of Science* e 45,6% na *Scopus*. Na primeira base, o Brasil encontra-se na 6ª posição, ao lado da França e da China, cada um tendo contribuído 4,3%. E na segunda base, apresenta-se na 5ª posição, juntamente com a Sérvia, representando 2,7% dos trabalhos.

Para oferecer um panorama geral da pesquisa realizada, foram exportadas as palavras-chave dos trabalhos encontrados e inseridas na ferramenta online *TagCrowd*. O resultado é uma nuvem de palavras, apresentado na “Figura 1”, contendo as cinquenta palavras-chave mais frequentes nos resultados obtidos. O tamanho de cada palavra é proporcional à sua frequência.

Figura 1 – Nuvem de palavras-chave



Fonte: própria – Extraído do *TagCrowd*

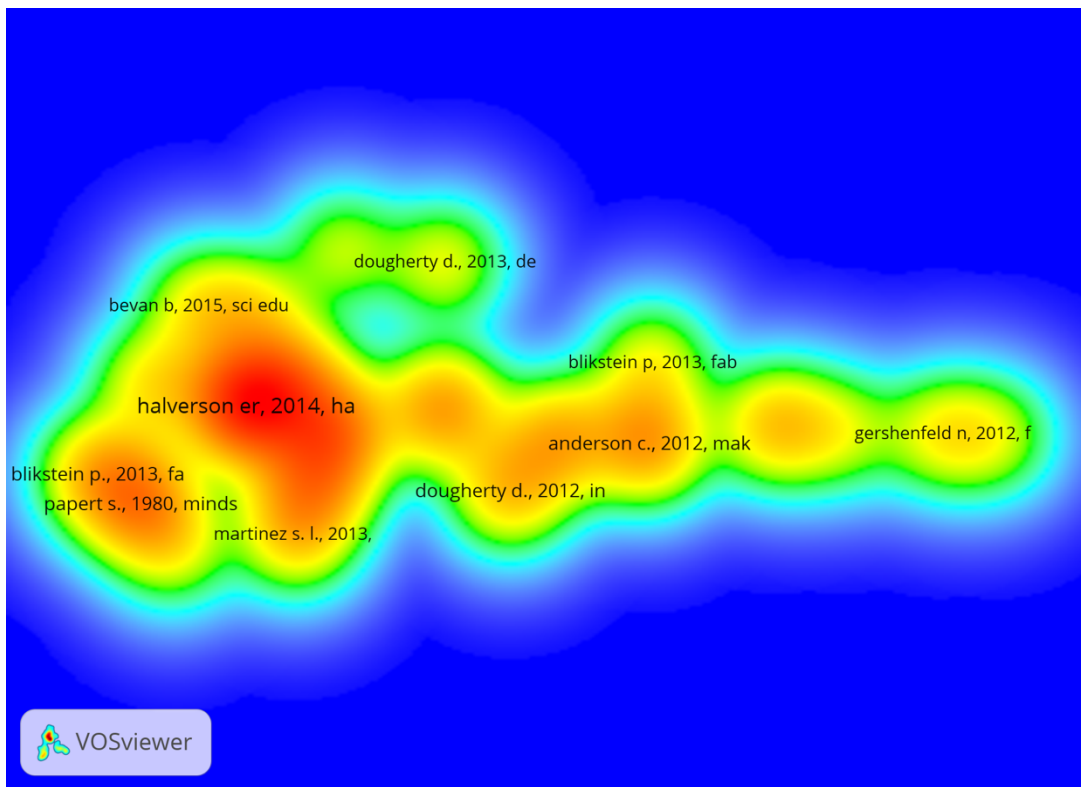
Além dos descritores da pesquisa, as palavras-chave que mais se destacam são: design, educação em engenharia, computador, manufatura, digital, inovação, produção, tecnologia e aprendizado. Esses resultados dão pistas sobre as linhas de pesquisa que têm sido adotadas e pode ser utilizado como insumo na análise posterior das tendências do tema.

3.3 Detalhamento, modelo integrador e validação por evidências

Buscando-se maior detalhamento e visualização da estrutura conceitual da área, elegeu-se o uso de gráficos de mapa de calor. Foram extraídas as informações da pesquisa das bases de dados, e em seguida, importadas para o software *VOSViewer*, e então, geradas as imagens. As cores mais quentes indicam conceitos utilizados com mais frequência, enquanto as cores frias os conceitos usados mais esporadicamente (ZUPIC e ČATER, 2015)

Na primeira análise realizada, foi aplicado o método de co-citação, para identificar quais são as principais abordagens utilizadas até então. O mapa de calor obtido da base de dados *Web of Science* é representado na “Figura 2”.

Figura 2 – Mapa de Calor de Co-citação – *Web of Science*

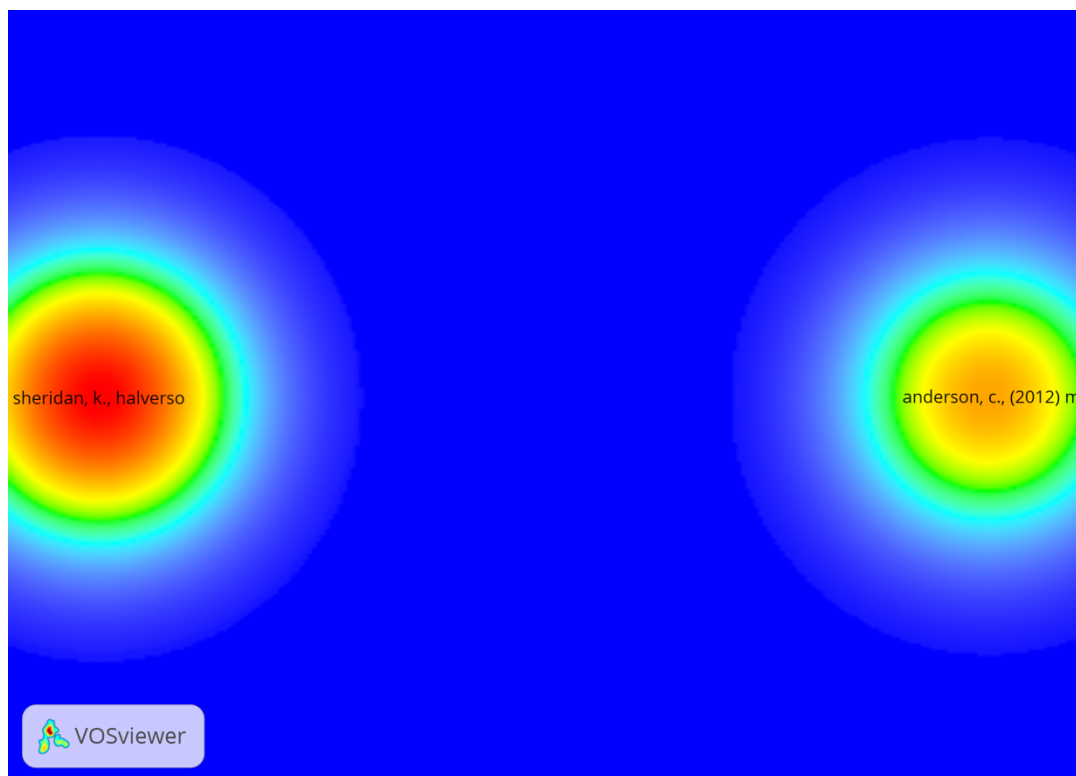


Fonte: própria – Extraído do software *VOSViewer* 1.6.5

Analisando a “Figura 2”, percebe-se a presença de uma mancha mais avermelhada protagonizada por Halverson e Sheridan (2014), que representa a influência do Movimento *Maker* na educação. Igualmente, foi identificado outro cluster mais disforme, composto por Anderson (2012), Dougherty (2012), Blikstein (2013) e Gershenfeld (2012) representando os fundamentos do movimento. Por último, há um agrupamento mais suave, no topo do gráfico, centralizado em Dougherty (2013) indicando os estudos da mentalidade *maker*.

Também foi elaborado um mapa de calor com os dados da *Scopus*, cujo resultado se encontra na “Figura 3”.

Figura 3 – Mapa de Calor de *Co-citation – Scopus*



Fonte: própria – Extraído do software VOSViewer 1.6.5

Os resultados da “Figura 3” são concentrados em dois grandes núcleos, apresentando uma configuração mais simplista, apenas centrados em Sheridan et al. (2014) e Anderson (2012), mas ainda congruente com os resultados anteriores.

O “Quadro 1” exhibe as principais contribuições dos artigos produzidos pelos autores identificados na análise de co-citação.

Quadro 1 – Artigos mais citados e suas contribuições

Artigo	Autores	Principais contribuições
<i>Maker Movement in Education</i>	HALVERSON, Erica Rosenfeld; SHERIDAN, Kimberly.	Propõe um modelo para perguntas de pesquisa, decisões de design e elaboração de políticas estruturado por três componentes: i) "o fazer" como conjunto de atividades; ii) <i>makerspaces</i> como comunidades de práticas; iii) <i>makers</i> como identidade de participação. Apresentam o Movimento <i>Maker</i> como tendo suas raízes no Construtivismo.
<i>Learning in the making: A comparative case study of three makerspaces</i>	SHERIDAN, Kimberly et al.	Descreve como os <i>makerspaces</i> ajudam os indivíduos a identificar problemas, construir modelos, aprender e aplicar habilidades, revisar ideias e partilhar o novo conhecimento com os outros.

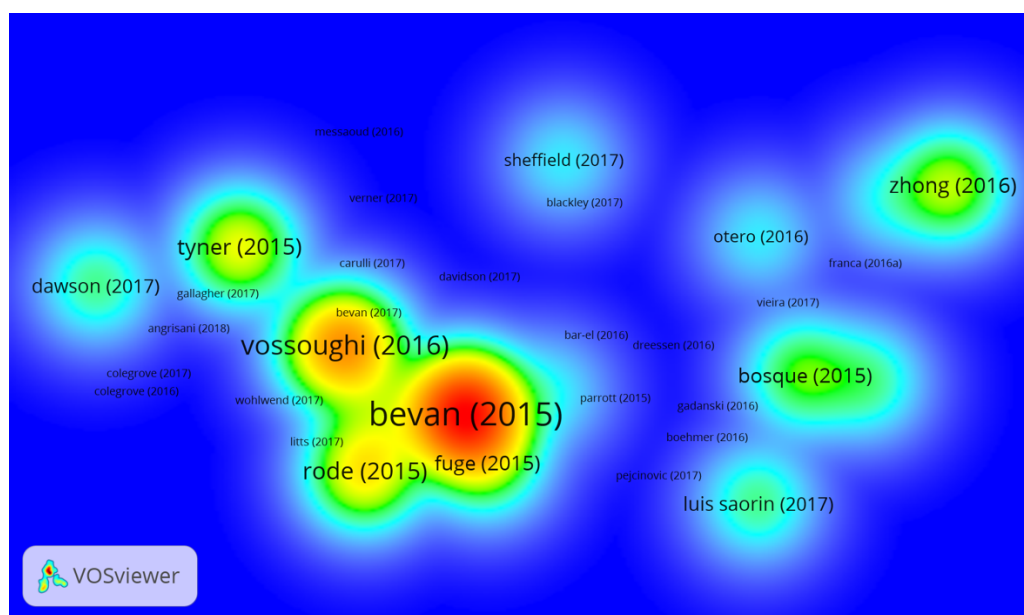
<i>Design, make, play: growing the next generation of STEM innovators</i>	HONEY, Margaret; KANTER, David E.	Apresenta a metodologia <i>design-make-play</i> como propulsora de engajamento de crianças para com a ciência.
<i>Makers: the new industrial revolution</i>	CHRIS, Anderson	O autor defende que movimento <i>maker</i> é a nova revolução industrial, principalmente pela democratização da manufatura. Ele referencia três características do Movimento <i>Maker</i> : uso de ferramentas digitais, a norma cultural de compartilhar projetos e o uso de padrões de projetos para seu compartilhamento
<i>Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas</i>	PAPERT, Seymour	O autor acredita que é possível “aprender sem ser ensinado” e que os computadores podem mudar a maneira como o aprendizado ocorre.
<i>Maker movement manifesto</i>	HATCH, Mark	O manifesto aponta que a cultura <i>maker</i> está organizada em torno de nove ideias centrais: fazer, dar, dividir, aprender, se equipar, brincar, participar, apoiar e mudar.
<i>Effective principals skillfully balance leadership styles to facilitate student success: A focus for the reauthorization of ESEA</i>	PEPPER, Kaye	O artigo sustenta a premissa que diretores que consigam balancear os estilos de liderança transacional e transformacional conseguem posicionar melhor suas escolas.
<i>Electronic textiles as disruptive designs: Supporting and challenging maker activities in schools</i>	KAFAI, Yasmin; FIELDS, Deborah; SEARLE, Kristin.	Descrevem o a aplicação de tecnologias como e-têxteis como uma atividade <i>maker</i> disruptiva, que desenvolve tanto habilidades técnicas, quanto socioemocionais.
<i>The maker movement</i>	DOUGHERTY, Dale	Argumenta que todos os seres humanos são “fazedores” por natureza e descreve o surgimento de marcos importantes para o Movimento <i>Maker</i> como a revista <i>Make</i> e o evento <i>Maker Faire</i> . Aponta que a essência do movimento está no compartilhamento.
<i>Digital fabrication and 'making'in education: The democratization of invention</i>	BLIKSTEIN, Paulo	Discute que muito do que os laboratórios de fabricação digital podem proporcionar já era previsto por Freire, Dewey e Seymour. Apresenta diretrizes para o design de ambientes de aprendizagem com foco na incorporação de tecnologias.
<i>Fab: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication</i>	GERSHENFELD, Neil.	O autor prevê uma época em que os computadores serão tidos como “fabricadores pessoais”, possibilitando aos usuários projetar e criar seus próprios objetos, em vez de comprar produtos existentes.
<i>Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom</i>	MARTINEZ, Sylvia Libow	É um guia prático para a educação fundamental sobre o porque e como aplicar os princípios do movimento <i>maker</i> na sala de aula.

<i>The promise of the maker movement for education</i>	MARTIN, Lee.	Descreve três elementos do movimento <i>maker</i> necessários na educação: i) ferramentas digitais tanto de prototipagem rápida, como plataformas de microcontroladores; ii) infraestrutura de comunidade, espaços e eventos e iii) a mentalidade <i>maker</i> , hábitos da comunidade. Ressalta o cuidado para não se tornar uma abordagem centrada nas ferramentas.
<i>Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change.</i>	BANDURA, Albert.	Apresenta um modelo para explicar e prever mudanças psicológicas alcançadas por diferentes tipos de tratamento. No modelo, as expectativas de eficácia são derivadas das realizações de desempenho, experiências construídas, persuasão verbal e estados fisiológicos.
<i>The maker mindset</i>	DOUGHERTY, Dale	O autor acredita que a origem do Movimento <i>Maker</i> é a “brincadeira experimental” e a grande oportunidade e desafio para o movimento é a transformação da educação. Também é enfatizado a importância do desenvolvimento da mentalidade <i>maker</i> para se obter a verdadeira inovação.
<i>Engineering design thinking, teaching, and learning</i>	DYM, Clive L. et al.	São explorados diferentes modelos pedagógicos para o ensino de design, e examinadas as avaliações de seu sucesso, incluindo a abordagem de aprendizagem baseada em projetos (PBL).

Fonte: própria

Também foram realizadas as análises de acoplamento bibliográfico, entre os anos de 2015 e 2018, de maneira a identificar as principais frentes de pesquisa e seus desdobramentos. A “Figura 4” apresenta os resultados da base de dados *Web of Science*.

Figura 4 – Mapa de Calor de Acoplamento – *Web of Science*

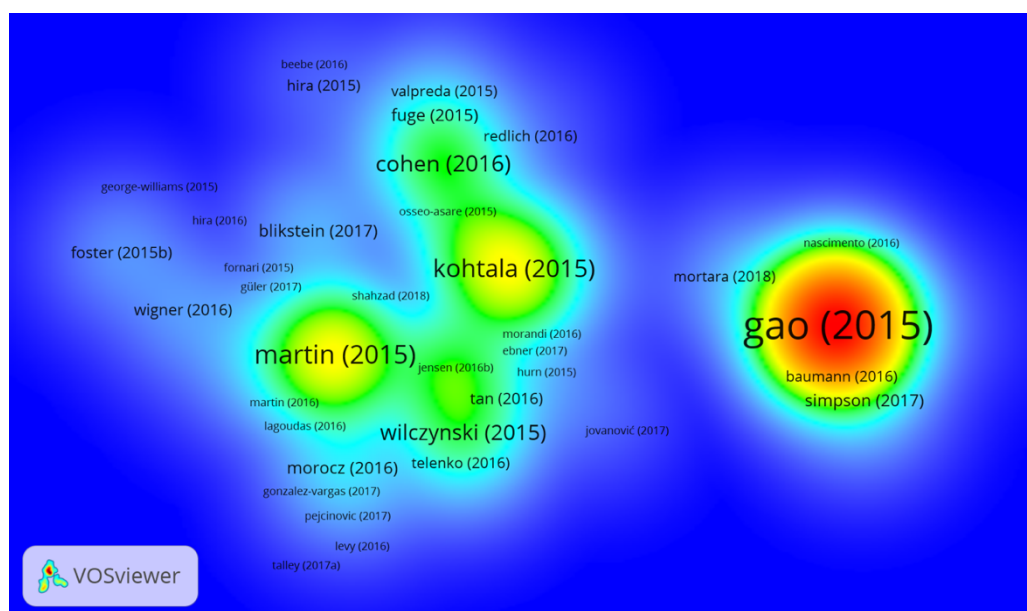


Fonte: própria – Extraído do software VOSViewer 1.6.5

Percebe-se a emergência de vários polos diferentes que não necessariamente se encontram conectados. O mais evidente, Bevan et al. (2015), representa o “fazer” como uma prática educacional baseada na investigação, enquanto Tyner et al. (2015) retrata o as influências da cultura *maker* na educação continuada. Vossoughi et al. (2016) apresenta estudos relacionados à equidade educacional. Esse padrão também é percebido pelo cluster emergente de Dawson (2017), que também evidencia a justiça social na educação em ciência. Há focos periféricos e isolados da aplicação dos princípios *maker* na educação e desenvolvimentos de competência na engenharia em Saorin et al. (2017), Wilczynski (2017) e Zohng et al. (2016).

A mesma análise foi realizada com as informações extraídas do banco de dados *Scopus*, conforme pode ser visto na “Figura 5”.

Figura 5 – Mapa de Calor de Acoplamento – *Scopus*



Fonte: própria – Extraído do software VOSViewer 1.6.5

Observando o mapa, se destaca o núcleo representado por Gao et al. (2015), com a perspectiva do futuro da manufatura aditiva na engenharia. Esta abordagem, que está mais centrada na manufatura em si, praticamente não se comunica com os outros clusters à esquerda, caracterizados por maior ligação com a temática da educação.

Ao analisar esse conglomerado, nota-se Martin (2015), que estuda as influências do Movimento *Maker* na educação de maneira mais abrangente, enquanto Wilczynski (2015), Morocz et al. (2016), Tan et al. (2016) e tantos outros aparentam examinar os desdobramentos dos fundamentos *maker* na educação superior, em especial na educação de design e engenharia. Outra abordagem que merece destaque é a de Kohtala (2015) e Cohen e Muñoz (2016), que estão mais orientados para uma perspectiva de sustentabilidade na produção e no consumo.

4 CONCLUSÃO

O objetivo desse estudo foi apresentar uma revisão sistemática das principais contribuições da literatura de alto impacto do Movimento *Maker* e identificar seu papel emergente na

educação em engenharia. Foram identificados os artigos que mais influenciaram a atual configuração do tema, bem como apresentadas as abordagens atuais e as tendências futuras.

É importante ressaltar que a produção acadêmica sobre o assunto ainda é incipiente e que mesmo bases de dados reconhecidas por sua abrangência como *Web of Science* e *Scopus* apresentaram um recorte limitado do assunto. Tal limitação teve efeito nas análises posteriores, derivando mapas de calor consideravelmente diferentes a depender da origem dos dados utilizados.

Nas análises de acoplamento bibliográfico, observou-se uma numerosa quantidade de estudos relacionados à educação em engenharia, mas eles se configuram de maneira difusa e não há destaque para um autor em específico ou abordagem dentro desse contorno.

Sugere-se que sejam feitos estudos empíricos a respeito do impacto do movimento *maker* e a utilização de *makerspaces* na educação em engenharia. Com maior quantidade de dados científicos, é possível avaliar quais práticas de fato favorecem o desenvolvimento de competências em engenharia e preparam os estudantes para o trabalho do futuro.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Chris. **A nova revolução industrial: Makers**. Elsevier Brasil, 2012.

BEVAN, Bronwyn et al. **Learning through STEM-rich tinkering: Findings from a jointly negotiated research project taken up in practice**. *Science Education*, v. 99, n. 1, p. 98-120, 2015.

BLIKSTEIN, Paulo. **Digital fabrication and ‘making’ in education: The democratization of invention**. *FabLabs: Of machines, makers and inventors*, v. 4, p. 1-21, 2013.

COBO, Manolo J. et al. **SciMAT: A new science mapping analysis software tool**. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 63, n. 8, p. 1609-1630, 2012.

COHEN, Boyd; MUNOZ, Pablo. **Sharing cities and sustainable consumption and production: towards an integrated framework**. *Journal of Cleaner Production*, v. 134, p. 87-97, 2016.

DAWSON, Emily. **Social justice and out-of-school science learning: Exploring equity in science television, science clubs and maker spaces**. *Science education*, v. 101, n. 4, p. 539-547, 2017.

DOUGHERTY, Dale. **The maker movement**. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, v. 7, n. 3, p. 11-14, 2012.

GAO, Wei et al. **The status, challenges, and future of additive manufacturing in engineering**. *Computer-Aided Design*, v. 69, p. 65-89, 2015.

GERSHENFELD, Neil. **Fab: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication**. Basic Books, 2008.

GERSHENFELD, Neil. **How to make almost anything:** The digital fabrication revolution. Foreign affairs, p. 43-57, 2012.

HALVERSON, Erica Rosenfeld; SHERIDAN, Kimberly. **The maker movement in education.** Harvard Educational Review, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014.

KOHTALA, Cindy. **Addressing sustainability in research on distributed production:** an integrated literature review. Journal of Cleaner Production, v. 106, p. 654-668, 2015.

MARIANO, Ari Melo; ROCHA, Maíra Santos. **Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora.** In: AEDM International Conference–Economy, Business and Uncertainty: Ideas for a European and Mediterranean industrial policy. Reggio Calabria (Italia). 2017.

MARTIN, Lee. **The promise of the maker movement for education.** Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), v. 5, n. 1, p. 4, 2015.

MOROCZ, R. J. et al. **Relating Student Participation in University Maker Spaces to their Engineering Design Self-Efficacy.** In: American Society for Engineering Education Annual Conference Proceedings. 2016.

SAORÍN, José Luís et al. **Makerspace teaching-learning environment to enhance creative competence in engineering students.** Thinking Skills and Creativity, v. 23, p. 188-198, 2017.

SHERIDAN, Kimberly et al. **Learning in the making:** A comparative case study of three makerspaces. Harvard Educational Review, v. 84, n. 4, p. 505-531, 2014.

TAN, Mingjie; YANG, Yongqi; YU, Ping. **The influence of the maker movement on engineering and technology education.** World Trans. Eng. Technol. Educ, v. 14, n. 1, p. 89-94, 2016.

TYNER, Kathleen; MARTÍN, Alfonso Gutiérrez; GONZÁLEZ, Alba Torrego. **“Multiliteracy” without walls in the age of convergence.** Digital competency and the "culture of making" as incentives for continuing education. Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado, v. 19, n. 2, p. 41-56, 2015.

VOSSOUGH, Shirin; HOOPER, Paula K.; ESCUDÉ, Meg. **Making through the lens of culture and power:** Toward transformative visions for educational equity. Harvard Educational Review, v. 86, n. 2, p. 206-232, 2016.

WILCZYNSKI, Vincent. **Academic maker spaces and engineering design.** In: American Society for Engineering Education. 2015.

ZUPIC, I.; ČATER, T. **Bibliometric methods in management and organization.** Organizational Research Methods, v. 18, n. 3, p. 429-472, 2015.

MAKER MOVEMENT: AN EXPLORATORY STUDY USING THE THEORY OF THE CONSOLIDATED META ANALYTICAL APPROACH

Abstract: *The objective of this study is to present a systematic review of the main contributions of the high impact literature in the Movement Maker, and also to identify its influence in higher education, especially in engineering education. An exploratory, quantitative approach was conducted through TEMAC - Theory of the Consolidated Meta-Analytical Approach, applied in two databases: Web of Science and Scopus. The main publications, their respective authors and contributions were collected. Through the analysis of co-citation and bibliographic coupling, the main approaches used were identified, as well as the emerging fronts of study in this theme.*

Key-words: *Maker Movement. Makerspace. Engineering Education. TEMAC.*