CONTRIBUIÇÕES DA EDUCAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DOS ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO

Tatiana Oliveira Couto SILVA[1], Raquel Cristina Martins SALVIATI [1,2], Décio Estevão do NASCIMENTO[1]

[1] Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade - PPGTE
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Curitiba – Paraná - Brasil

[2] Instituto Carlos Chagas, Fiocruz-PR,Curitiba – Paraná - Brasil

E-mails: tatianasilva@alunos.utfpr.edu.br, decio@utfpr.edu.br, raquel.salviati@fiocruz.com

Resumo: *A literatura referente à temática dos ecossistemas de inovação tem apresentado a inovação como a melhor resposta para gerar o crescimento econômico. Nas últimas décadas, o desenvolvimento da economia baseada no conhecimento ganhou destaque e passou a ser alvo das políticas públicas de diversos países. Esta pesquisa realizou uma revisão de literatura que buscou identificar o estado da arte analisando os artigos científicos publicados em 2020 e que, a partir de critérios de seleção definidos pelos autores, foram considerados mais relevantes para discutir a relação entre a educação e o desenvolvimento dos ecossistemas regionais de inovação. Os resultados da pesquisa demonstram, a partir de exemplos de países analisados, que para estruturar uma economia baseada no conhecimento, além da implantação e do investimento nos ecossistemas de inovação, é fundamental o papel da educação inovadora e empreendedora, na formação de recursos humanos com competência para produzir inovação.*

Palavras-chave: *Educação inovadora; Educação STEAM; Ecossistemas de inovação; Economia do conhecimento.*

INTRODUÇÃO

Em tempos de expressivo desenvolvimento de novas tecnologias, a literatura tem apresentado a inovação como a melhor resposta para gerar crescimento econômico nos países (ALNAFRAH, 2020; BEKANA, 2020; DAHESH, 2020; LUNDVAL, 2016). Na condução deste processo de geração de novas tecnologias, a literatura sobre o tema apresenta a importância não apenas da elaboração de políticas e de investimento público e privado, mas da colaboração entre os atores envolvidos, no desenvolvimento de seus papéis estratégicos (ALNAFRAH, 2020; BRUNETTI, 2020; KIM, 2020) na formação e no fortalecimento de ecossistemas regionais de inovação (BENITEZ, 2020; BRUNETTI, 2020).

Em relação ao papel das universidades e instituições de ensino no desenvolvimento regional (ALEFFI, 2020; CRUZ AMARAN, 2020; GUERRERO, 2020; PEDROSA ZAPATA, 2020; PIQUE, 2020; RODIONOV, 2020; YAN, 2020), a presente pesquisa se propõe a apresentar modelos de educação que têm sido pautados na literatura atual que abordam o desenvolvimento econômico dos países, a promoção dos ecossistemas de inovação e a evolução para uma economia baseada no conhecimento (BEN HASSEN, 2020; CHYSSOU, 2020; DAHESH, 2020; ETZKOWITZ, 2000; LO, 2020).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para fomentar um desenvolvimento social e econômico baseado na criação de novas tecnologias, os governos elaboram políticas voltadas à Ciência, Tecnologia e Inovação (PCTI) e estruturam sistemas nacionais ou regionais de inovação (LUNDVAL, 2016; MOORE, 1993).No mesmo contexto, a literatura tem trazido também o conceito de ecossistemas de inovação (ALEFFI, 2020; BENETIZ, 2020; CHRYSSOU, 2020) por apresentarem uma visão análoga à biologia de como as instituições presentes nestes territórios devem interagir e trabalhar coletivamente (ALNAFRAH, 2020; FIRSOVA, 2020; MAYSAMI, 2020).

Em um ecossistema de inovação, os stakeholders (empresas de diversos ramos, instituições de ensino, investidores, institutos de pesquisa, agências governamentais, associações comerciais e demais partes interessadas) estão, ao mesmo tempo, unidos por meio de parcerias e competindo na produção de conhecimento que possa agregar valor econômico e na proposição de negócios inteligentes (BENITEZ, 2020; CRUZ- AMARÁN, 2020; KANGAS, 2020; ROIG, 2020; TAMBOSI, 2020; YAN, 2020). Elementos fundamentais para o sucesso dessa grande parceria são a confiança mútua entre os atores envolvidos e a comunicação clara e regular para compartilhamento de ideias, planejamento, divisão de responsabilidades e tomada de decisões eficientes (ROIG, 2020).

Além do envolvimento ativo dos stakeholders, o sucesso de um ecossistema de inovação depende também de investimento em capital (ALNAFRAH, 2020; BEKANA, 2020; BRUNETTI, 2020). De acordo com Tambosi (2020), cada modo de capital - seja ele social, humano, institucional, criativo, de conhecimento, produtivo ou infra estrutural - desempenha um papel fundamental e contribui para a obtenção de vantagens competitivas dentro do contexto socioeconômico regional.

Neste contexto, destaca-se o papel fundamental da educação, tendo como seus representantes universidades, instituições de ensino, institutos de pesquisa e agências de formação que desempenham o papel de capacitar recursos humanos, com foco em inovação e empreendedorismo (ALEFFI, 2020; CHRYSSOU, 2020).

Visando formar, desde a educação básica, capital físico e humano voltados para a produção de inovações tecnológicas (BREINER, 2012), o modelo de educação Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) tem como foco conteúdos didáticos voltados para as áreas de ciência, tecnologia, engenharia, matemática e artes. A educação STEAM tem por objetivo trabalhar os conteúdos escolares, em qualquer nível e modalidades de ensino, por meio de projetos de ensino inovadores que integram os conteúdos curriculares e, a partir da utilização de uma metodologia ativa e uso de novas tecnologias, propõe que os estudantes resolvam problemas reais do quotidiano, desenvolvimento desta forma, sua criatividade, automotivação, capacidade de interação no trabalho cooperativo, competitividade e interesse pela ciência e tecnologia (AGUILERA, 2021)

De acordo com a literatura, a universidade, classicamente reconhecida por sua atuação na geração e compartilhamento de conhecimento científico, passa a ser também empreendedora e engajada nas parcerias com empresas e com a sociedade, transformando novos conhecimentos em benefícios econômicos que impulsionam o desenvolvimento econômico, que são elementos chave para o desenvolvimento de uma sociedade do conhecimento (ALEFFI, 2020; CHRYSSOU, 2020; CRUZ AMARAN, 2020; GACHIE, 2020; KANGAS, 2020).

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada a partir de um mapeamento da literatura que buscou identificar o estado da arte analisando os artigos científicos mais relevantes sobre a relação entre a educação STEAM e o desenvolvimento dos ecossistemas regionais de inovação. Para a busca foram utilizados os termos no singular, grafados em inglês. Foram utilizados operadores booleanos “AND”, “OR” e “NOT”; o símbolo de truncagem “*”, e, para as palavras compostas, foram utilizadas as aspas (“”). O Quadro 1 apresenta as estratégias de busca das palavras-chave e dos filtros utilizados.

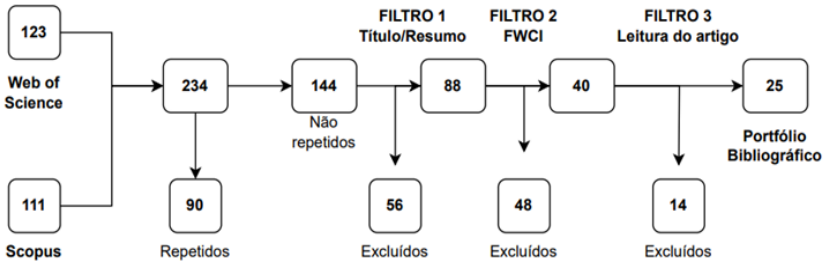
Quadro 1 - Estratégia de busca

Palavras-chaves	Filtros
(education OR teaching OR learn-ing OR steam OR stem) AND ("innovati* *system*" OR "*system* of innovation") NOT "stem cell*" - Scopus e Web of Science	• Ano de publicação: 2020 • Pesquisa em: tópico (WoS) título, resumo e palavra-chave (Scopus) • Tipo de documento: artigo e artigo de revisão • Idioma: Inglês, espanhol e português

Fonte: Autoria própria (2023)

A partir da varredura realizada nas bases de dados Scopus e Web of Science, foram encontradas 234 referências: 111 na Scopus e 123 na Web of Science. As referências foram exportadas para o gerenciador de referências EndNote como sistema de catalogação. Foram excluídos 90 artigos repetidos e após a leitura dos títulos, palavras-chaves e resumos, 56 foram excluídos por não demonstrarem aderência ao tema de pesquisa. Dos 88 artigos com aderência ao tema, 48 foram excluídos pela classificação da métrica ponderada de citação Field-weighted Citation Impact (FWCI)[1] inferior à 0,5. Os 40 artigos foram analisados de forma completa no software de análise de dados qualitativos Atlas.ti, dos quais 25 foram considerados relevantes para este trabalho. A Figura 1 apresenta a síntese destes dados.

Figura 1 - Fluxograma para determinação do Portfólio Bibliográfico



Fonte: Autoria própria (2023)

Após a leitura dos artigos do portfólio bibliográfico, foram acrescentadas 4 referências citadas pelos autores e consideradas relevantes para a fundamentação deste trabalho, totalizando um portfólio total de 29 referências bibliográficas.

[1] *Field-Weighted Citation Impact* (FCWI) é a razão entre o total de citações recebidas pela saída do denominador e o total de citações esperadas com base na média do campo de assunto. Um impacto de citação ponderado por campo de 1 significa que a saída tem o desempenho esperado para a média global (What is Field-weighted Citation Impact (FWCI)? Scopus, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a pesquisa realizada, observa-se que o investimento em capital humano é fundamental para o processo de inovação e tem sido um dos gargalos para o avanço tecnológico de vários países (ALNAFRAH, 2020; BEKANA, 2020). A inovação é produzida por indivíduos que são diariamente desafiados a utilizarem sua capacidade criativa, para desenvolverem suas habilidades e competências na resolução de problemas de forma colaborativa, com visão empreendedora e capacidade de assumir riscos (DE SANDES, 2020; ELERT, 2020; KIM, 2020; PIQUE, 2020).

Maysami (2020), que realizou um estudo com atores envolvidos no ecossistema empreendedor do Irã, constatou que o talento é a principal fonte de empreendedores tecnológicos. Segundo Maysami (2020), empreendedores talentosos possuem características específicas, como: "espírito empreendedor, mentalidade e valores adequados, empenho e profissionalismo, capacidade de trabalho em equipe, capacidade técnica, contentamento e tolerância, autoconfiança, criatividade e inovação" (MAYSAMI, 2020, p. 10).

Na literatura analisada verificou-se o exemplo de países que valorizam a importância da formação de recursos humanos, investindo em sistemas e programas de educação inovadora e empreendedora e que, com isso, estão se destacando na corrida da produção de novas tecnologias (ETZKOWITZ, 2020; JAMIESON, 2020; KANG, 2020; LO, 2020; PIQUE, 2020; YANG, 2020).

Um estudo realizado por Jamieson (2020), no Canadá, com estudantes do Canadian Engineering Accreditation Board (CEAB GA), mostrou que é viável para a formação dos estudantes ensinar inovação, design e liderança por meio de uma comunidade de práticas desafiadoras que impulsiona os estudantes para a inovação (JAMIESON, 2020).

Alnafrah (2020) constatou em sua pesquisa que o progresso dos sistemas nacionais de inovação de 54 países, ao longo de 29 anos, foi impulsionado por uma infraestrutura avançada de TIC e um sistema educacional de qualidade. A falta de investimento nessas áreas é apontada por Alnafrah (2020) como uma das principais razões para a lenta evolução dos sistemas nacionais de inovação em alguns países (ALNAFRAH, 2020, p. 45).

Buscando identificar como os países árabes estão avançando na consolidação de uma sociedade baseada no conhecimento, Ben Hassen (2020) analisou os países do Catar e do

Líbano. De acordo com o autor, o Catar tem como força principal uma forte posição fiscal e um governo determinado em diversificar a economia, porém seu sistema nacional de inovação possui baixo desempenho pela escassez de recursos humanos qualificados. Já no Líbano ocorre o oposto. O espírito empreendedor, enraizado à cultura multilíngue do país, somado a um forte sistema educacional, produz recursos humanos altamente qualificados, porém a precária infraestrutura de TIC e a instabilidade política, impede o desenvolvimento do país e impulsiona a fuga de cérebros (BEN HASSEN, 2020, p. 13).

De acordo com Lo (2020), em Hong Kong, no final dos anos 2000, o empreendedorismo acadêmico foi enfatizado como uma das missões das universidades, ao lado do ensino e da pesquisa. A partir de 2009, universidades públicas de Hong Kong receberam financiamento para impulsionar essas iniciativas. No período de 2012 a 2015, um orçamento de US $6,7 milhões por ano foi alocado para agregar valor à pesquisa e aumentar a competitividade internacional do sistema de ensino superior (LO, 2020, p. 6-7).

Kang (2020) analisou o fluxo de conhecimento e o papel das universidades entre os sistemas de inovação de duas regiões fronteiriças da China - Hong Kong e Shenzhen. Em seu estudo, Kang (2020) afirma que, Hong Kong detém um forte capital humano - quatro das oito universidades públicas, e listadas entre as 100 melhores Instituições de Ensino Superior (IES) do ranking mundial de universidades Quacquarelli Sydmonds (QS) de 2019, estão na região (KANG, 2020, p. 9). Porém, Hong Kong sofre com o envelhecimento de sua população, com a forte dependência da indústria terciária que contribui com mais de 90 por cento do PIB, com um governo que por décadas teve um papel não-intervencionista e com a estagnação dos investimentos em P&D. Para efeitos de comparação, em 2016, as despesas de P&D de Hong Kong, 2.562,703 milhões de dólares), corresponderam a aproximadamente 20% das despesas de P&D de Shenzhen (12.645,00 milhões de dólares).

Por outro lado, Shenzhen, embora nos últimos anos venha recebendo forte investimento em tecnologia e inovação, seu sistema de inovação carece de recursos humanos. Os pontos fortes do crescente desenvolvimento econômico de Shenzhen, apontados por Kang (2020), são os programas de recrutamento de jovens talentos do exterior fomentados pelo governo, uma participação forte do governo em parcerias com as universidades, as empresas a sociedade e, por fim, a promoção de uma cultura regional voltada à inovação e ao empreendedorismo (KANG, 2020). Um ponto crítico apontado no sistema educacional

de Shezhen é o grande foco em formar recursos humanos voltados à ciência e tecnologia, mas que ignora temas voltados para os estudos das ciências sociais e das artes (KANG, 2020).

Yang (2020), em seu estudo sobre a relação da educação com a inovação aberta em um ecossistema de inovação, usou como objeto de pesquisa o parque educacional Shanghai Zizhu International Education Park (SZIEP), um centro de educação e pesquisa em Zizhu, Xangai. O objetivo do SZIEP é estabelecer um ecossistema de inovação abrangendo elementos como criatividade, empreendedorismo, financiamento, investimento e inovação. Até maio de 2020, com o apoio do governo de Shanghai Minhang e da Zona Nacional de Desenvolvimento Industrial de Alta Tecnologia de Zizhu, o parque recebeu a implantação de seis escolas com parcerias de instituições de ensino internacionais: o Instituto de Indústria Cultural e Criativa (China e EUA), a Asia Europe Business School (China e França), o Joint Translational Science and Technology Research Institute (China e Israel), o Shanghai International College, o Huaer Zizhu Lemania College (China e Suíça) e o Shanghai Zizhu International Education College. Cada instituição de ensino tem um foco específico voltado para a inovação, na formação de talentos em várias áreas do conhecimento, incluindo as artes. A proposta do SZIEP é considerada um programa piloto para uma reforma educacional nacional abrangente e gradual (YANG, 2020).

Por fim, o Vale do Silício na Califórnia, referência mundial de ecossistema de inovação, que concentra as maiores empresas de TI (como Apple; Amazon; Facebook, Google, Microsoft, IBM, Hewlett-Packard, Intel, Oracle Corporation), tem como um dos principais fatores de sucesso o papel desempenhado pelas universidades da região como UC Berkeley, Stanford e UC San Francisco que desenvolvem uma educação altamente empreendedora, que prepara seus estudantes para pensarem de forma inovadora, incentiva o network, o trabalho colaborativo e fomenta a criação de startups. Esta cultura do conhecimento atrai capital, talento e tecnologia do mundo inteiro. Nesta proposta de formar recursos humanos que sejam preparados para criar tecnologias, escolas de educação básica implantadas no Vale do Silício atuam com o mesmo modelo educacional inovador. (ETZKOWITZ, 2020; PIQUE, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no mapeamento da literatura realizado, é possível verificar a escassez de estudos que tenham como foco a importância da formação educacional, no papel da universidade enquanto formadora de recursos humanos - inclusive na formação de professores capazes de formar estudantes em um currículo voltado para a inovação e o empreendedorismo. Pouco também se discute sobre a importância de os governos investirem em políticas públicas que integrem a educação básica e superior com ciência, tecnologia e inovação no desenvolvimento dos ecossistemas de inovação. Além disso, nenhum dos trabalhos analisados abordou a educação STEAM em países latino-americanos.

Para pesquisas futuras, recomendamos a ampliação deste trabalho para a realização de estudos de caso e a elaboração de estratégias que auxiliem os ecossistemas de inovação na implantação de programas educacionais de formação de capital humano que desenvolvam ideias disruptivas e que possam ser aplicados na realidade Brasileira.

REFERÊNCIAS

AGUILERA, David; ORTIZ-REVILLA, Jairo. STEM vs. STEAM education and student creativity: A systematic literature review. Education Sciences, v. 11, n. 7, p. 331, 2021.

ALEFFI, Chiara et al. Research, education and co-creation: the university in place/Ricerca, formazione e co-creazione: l'università sul campo. IL CAPITALE CULTURALE. *Studies on the Value of Cultural Heritage*, n. 10, p. 175-187, 2020.

ALNAFRAH, Ibrahim; ZENO, Bassel. A new comparative model for national innovation systems based on machine learning classification techniques. *Innovation and Development*,v. 10, n.1, p. 45-66, 2020.

BEKANA, Dejene Mamo. Does governance quality promote innovation in sub-Saharan Africa? An empirical study across 37 countries. *Innovation and Development*, v. 10, n. 1, p. 21-44, 2020.

BEN HASSEN, Tarek. The state of the knowledge-based economy in the Arab world: cases of Qatar and Lebanon. *EuroMed Journal of Business*, v. 16, n. 2, p. 129-153, 2020.

BENITEZ, Guilherme Brittes; AYALA, Néstor Fabián; FRANK, Alejandro G. Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation. *International Journal of Production Economics*, v. 228, p. 107735, 2020.

BREINER, Jonathan M. et al. What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. School Science and Mathematics, v. 112, n. 1, p. 3-11, 2012.

BRUNETTI, Federico et al. Digital transformation challenges: strategies emerging from a multi-stakeholder approach. *The TQM Journal*, v. 32, n. 4, p. 697-724, 2020.

CHRYSSOU, Constantinos E. University–industry interactions in the Sultanate of Oman: Challenges and opportunities. *Industry and Higher Education*, v. 34, n. 5, p. 342-357, 2020.

CRUZ-AMARÁN, Damaris; GUERRERO, Maribel; HERNÁNDEZ-RUIZ, Alma Delia. Changing times at Cuban universities: Looking into the transition towards a social, entrepreneurial and innovative organization. *Sustainability*, v. 12, n. 6, p. 2536, 2020.

DAHESH, Mehran Badin et al. Reviewing the intellectual structure and evolution of the innovation systems approach: A social network analysis. *Technology in Society*, v. 63, p. 101399, 2020.

ETZKOWITZ, Henry et al. Innovation by design: SPARK and the Overcoming of Stanford University's Translational "Valley of Death" in Bio-Medicine. *Managerial and Decision Economics*, v. 41, n. 6, p. 1113-1125, 2020.

FIRSOVA, Anna A.; MAKAROVA, Elena L.; TUGUSHEVA, Ryasimya R. Institutional management elaboration through cognitive modeling of the balanced sustainable development of regional innovation systems. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, v. 6, n. 2, p. 32, 2020.

GACHIE, Wanjiru. Higher education institutions, private sector and government collaboration for innovation within the framework of the Triple Helix Model. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, v. 12, n. 2, p. 203-215, 2020.

GUERRERO, Maribel; URBANO, David; GAJÓN, Eduardo. Entrepreneurial university ecosystems and graduates' career patterns: do entrepreneurship education programmes and university business incubators matter?. *Journal of Management Development*, v. 39, n. 5, p. 753-775, 2020.

JAMIESON, Marnie V.; SHAW, John M. Teaching engineering innovation, design, and leadership through a community of practice. *Education for Chemical Engineers*, v. 31, p. 54-61, 2020.

KANG, Yuyang; JIANG, Jin. Revisiting the innovation systems of cross-border cities: the role of higher education institution and cross-boundary cooperation in Hong Kong and Shenzhen. *Journal of Higher Education Policy and Management*, v. 42, n. 2, p. 213-229, 2020.

KANGAS, Riikka; AARREVAARA, Timo. Higher education institutions as knowledge brokers in smart specialisation. *Sustainability*, v. 12, n. 7, p. 3044, 2020.

KIM, Moon Gyu et al. Social entrepreneurship education as an innovation hub for building an entrepreneurial ecosystem: The case of the KAIST social entrepreneurship MBA program. *Sustainability*, v. 12, n. 22, p. 9736, 2020.

LO, William Yat Wai; TANG, Hei-Hang Hayes. Chasing phantoms? Innovation policy, higher education and the pursuit of a knowledge economy in Hong Kong. *Journal of Higher Education Policy and Management*, v. 42, n. 2, p. 178-193, 2020.

LUNDVALL, Bengt-Åke. The learning economy and the economics of hope. Anthem Press, 2016.

MAYSAMI, Amir Mahdi; ELYASI, Ghanbar Mohammadi. Designing the framework of technological entrepreneurship ecosystem: A grounded theory approach in the context of Iran. *Technology in Society*, v. 63, p. 101372, 2020.

MOORE, James F. Predators and prey: a new ecology of competition. Harvard business review, v. 71, n. 3, p. 75-86, 1993.

PEDROZA-ZAPATA, Á. R.; SILVA-FLORES, M. L. College ecosystems of science, technology, innovation and entrepreneurship. *Mago*, v. 12, n. 25, p.93-110, 2020.

PIQUÉ, Josep M.; BERBEGAL-MIRABENT, Jasmina; ETZKOWITZ, Henry. The role of universities in shaping the evolution of Silicon Valley's ecosystem of innovation. *Triple Helix*, v. 7, n. 2-3, p. 277-321, 2020.

WHAT IS FIELD-WEIGHTED CITATION IMPACT (FWCI)?, Scopus, 2022. Disponível em: < https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/14894/supporthub/scopus/~/what-is-field-weighted-citation-impact-%28fwci%29%3F/ >. Acesso em: 17 jun. 2023.

RODIONOV, Dmitrii; VELICHENKOVA, Daria. Relation between Russian universities and regional innovation development. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, v. 6, n. 4, p. 118, 2020.

ROIG, Alexis; SUN-WANG, Jia Liang; MANFREDI-SÁNCHEZ, Juan-Luis. Barcelona's science diplomacy: towards an ecosystem-driven internationalization strategy. *Humanities and Social Sciences Communications*, v. 7, n. 1, p. 1-9, 2020.

TAMBOSI, Silvana Silva Vieira; GOMES, Giancarlo; AMAL, Mohamed. Organisational learning capability and innovation: study on companies located in regional cluster. *International Journal of Innovation Management*, v. 24, n. 06, p. 2050057, 2020.

YAN, Haiyan et al. Internal and external coordinated open innovation ecosystems: Concept building and applying to Shanghai zizhu international education park. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, v. 6, n. 4, p. 113, 2020.