

PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA E INOVAÇÃO NO CONTEXTO DA BIOTECNOLOGIA (2010–2025): UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Ariana Vasconcelos¹; Flávia de Araújo Silva¹; Larisse da Costa Carvalho¹; Raimundo Nonato Lira Pompeu de Saboya¹; Antonia Márcia Rodrigues Sousa¹ Rua Carlos dos Santos²

¹ Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Ceará (UFC) - Campus Sobral; lariicav@gmail.com.

RESUMO: Este artigo apresenta uma análise bibliométrica da produção científica internacional sobre educação empreendedora e inovação no contexto da biotecnologia, no período de 2010 a 2025. A pesquisa foi conduzida a partir de um portfólio composto por 21 artigos científicos recuperados nas bases Scopus e Web of Science, utilizando estratégia de busca estruturada e critérios de elegibilidade previamente definidos. Os metadados foram organizados em planilha eletrônica e analisados com apoio do software VOSviewer, possibilitando o mapeamento de redes de coautoria, coocorrência de palavras-chave e padrões gerais de colaboração científica. Os resultados indicam crescimento progressivo das publicações, concentração temática em competências empreendedoras, inovação e transferência de tecnologia, além de baixa densidade colaborativa entre autores. Os resultados indicam que a temática é promissora e encontra-se em fase de consolidação, demandando fortalecimento de redes de pesquisa e ampliação de investigações empíricas aplicadas ao contexto da formação em biotecnologia.

Palavras-chave: Educação empreendedora. Inovação. Biotecnologia. VOSviewer.

1 INTRODUÇÃO

A biotecnologia tem se consolidado como uma das áreas mais estratégicas do desenvolvimento científico e tecnológico contemporâneo, sobretudo por sua capacidade de articular conhecimento acadêmico, inovação e aplicação prática em setores essenciais como saúde, agricultura, meio ambiente e processos industriais, áreas que estão em constante necessidade de aprimoramento. O avanço dessas tecnologias têm possibilitado o desenvolvimento de vacinas, terapias avançadas, fármacos, diagnósticos, biossensores, bioinsumos e soluções industriais sustentáveis, conferindo à área um papel central em agendas globais de inovação (YOU; WU, 2024; HAFER et al., 2021; SCHWEICKART et al., 2023).

Em paralelo, o mercado baseado em conhecimento e a intensificação da competição global impulsionaram a necessidade de avaliar a produção acadêmica não apenas pela quantidade de artigos científicos publicados, mas também pela capacidade de gerar impacto socioeconômico. Nesse sentido, indicadores tecnológicos como depósitos de patentes, criação de startups e transferência de tecnologia passaram a compor métricas de desempenho

institucional e de maturidade inovadora, especialmente no âmbito universitário e em programas de pós-graduação (CALDERÓN-OLIVER et al., 2025; SILVEYRA-LEÓN et al., 2025).

A formação tradicional em biotecnologia, entretanto, tem o foco voltado para o desenvolvimento de competências técnicas e científicas, abrindo lacunas importantes relacionadas ao próximo passo depois da criação desses produtos e técnicas, que é traduzir esse conhecimento para a sociedade e incorporar a eles aspectos mercadológicos, regulatórios, de propriedade intelectual e de gestão da inovação. Essa limitação tende a reduzir a efetividade da translação do conhecimento científico para produtos e serviços de alto valor agregado, o que reforça a necessidade de estratégias educacionais voltadas ao desenvolvimento de competências empreendedoras que busquem solucionar esse gargalo (OLIVEIRA et al., 2022; HAFER et al., 2021).

A educação empreendedora emerge, portanto, como abordagem pedagógica fundamental para estimular comportamentos e habilidades associados à identificação de oportunidades, solução criativa de problemas, prototipagem, tomada de decisão sob incerteza e construção de modelos de negócio. Inserida em cursos das ciências da vida, ela contribui para que discentes e pesquisadores consigam compreender o caminho da inovação, desde a pesquisa básica até a validação, proteção intelectual, escalonamento e introdução no mercado (GUNN, 2016).

Apesar do interesse crescente, a literatura científica que articula diretamente educação empreendedora, inovação e biotecnologia ainda se apresenta dispersa, com diversidade de enfoques, métodos e contextos institucionais. Parte dos estudos aborda currículos e metodologias ativas; outros analisam ecossistemas universitários e políticas de inovação; e há ainda pesquisas que exploram transferência de tecnologia e empreendedorismo acadêmico em áreas científicas (IWUNDU, 2025; GHOSH et al., 2023; GIGLIO, 2015).

Diante desse panorama, a análise bibliométrica torna-se útil para mapear tendências e identificar como a produção científica se organiza ao longo do tempo, quais são os autores, periódicos e países mais influentes, além de revelar eixos temáticos dominantes. Assim, este artigo tem como objetivo analisar bibliometricamente a produção científica internacional sobre educação empreendedora e inovação na biotecnologia, no período de 2010 a 2025, contribuindo para a consolidação do campo e subsidiando futuras agendas de pesquisa e práticas educacionais

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Empreendedorismo e educação empreendedora

O empreendedorismo tem se mostrado como um fenômeno de grande importância nas esferas econômicas e sociais, tanto a nível global quando nacional. Evidências recentes apontam o aumento da atividade empreendedora e o fortalecimento da intenção de empreender entre a população. No Brasil, dados do relatório do Global Entrepreneurship Monitor (GEM) de 2024 indicam crescimento das taxas de empreendedorismo, com aumento da Taxa de Empreendedorismo Total (TTE) e da Taxa de Empreendedorismo Inicial (TEA), além da ampliação significativa do número de empreendedores potenciais. Esta realidade evidencia o fortalecimento da cultura empreendedora e a crescente relevância do tema para o desenvolvimento econômico e social.

Este cenário é acompanhado por mudanças nas motivações para empreender, com maior presença de iniciativas orientadas por oportunidade, inovação e geração de valor. Nesse contexto, torna-se cada vez mais necessário compreender o empreendedorismo não apenas como atividade econômica, mas também como um conjunto de competências e práticas que podem ser desenvolvidas, especialmente no ambiente educacional.

Sob essa perspectiva, o empreendedorismo pode ser analisado a partir de diferentes abordagens teóricas. A perspectiva econômica associa o empreendedor à inovação e à transformação dos mercados, especialmente a partir da contribuição schumpeteriana, enquanto a abordagem comportamental enfatiza competências como criatividade, iniciativa e disposição para assumir riscos (SCHUMPETER, 1934), habilidades de fundamental importância na era atual, que é marcada pela alta velocidade das transformações tecnológicas e mercadológicas, onde a realidade se altera de forma contínua e imprevisível. Essas interpretações ganham ainda mais relevância diante do crescimento da atividade empreendedora observado nos dados recentes, reforçando a necessidade de compreender como tais competências são formadas e estimuladas.

No contexto educacional, a educação empreendedora surge como um meio para o desenvolvimento dessas habilidades através de metodologias ativas, projetos interdisciplinares e experiências práticas. Estudos demonstram que intervenções educacionais contribuem significativamente para o desenvolvimento de competências empreendedoras em estudantes, especialmente em áreas tecnológicas (CALDERÓN-OLIVER et al., 2025; SILVEYRA-LEÓN et al., 2025), o que dialoga diretamente com a demanda crescente por formação empreendedora evidenciada pelos dados do GEM.

Além disso, universidades têm assumido papel central na promoção do empreendedorismo acadêmico, incentivando e fomentando a geração de inovação e transferência de tecnologia, seja a partir de parcerias com empresas, criação de spin-offs, incubação de startups ou geração de propriedade intelectual (HAFFER et al., 2021). Esse papel torna-se ainda mais relevante em contextos intensivos em conhecimento, como a biotecnologia, nos quais a articulação entre formação acadêmica, criatividade e aplicação prática é fundamental para responder às demandas de um ecossistema empreendedor em expansão (GIGLIO, 2015).

2.2 Inovação, transferência de tecnologia e biotecnologia

A inovação tem desempenhado um grande papel nas transformações econômicas e sociais, impulsionando mudanças rápidas nos mercados, nas tecnologias e nas formas de organização, trazendo novos conceitos ou atualizações importantes. Ela pode ser compreendida como a implementação de novos ou significativamente melhorados produtos, processos, métodos organizacionais ou serviços, capazes de gerar valor e melhoria na qualidade de vida das pessoas. Na área da biotecnologia a inovação possui características particulares, podendo trazer altos custos de desenvolvimento, longos ciclos de pesquisa e necessidade de validação experimental e regulatória (GHOSH et al., 2023; SCHWEICKART et al., 2023).

Os sistemas de inovação, por sua natureza interativa, dependem da articulação entre múltiplos atores, como universidades, empresas, agências de fomento e setor público. Nesse sentido, modelos como o da Hélice Tríplice destaca a importância dessa interação para o fortalecimento da capacidade inovadora, especialmente ao evidenciar o papel das

universidades na geração de conhecimento e no desenvolvimento de soluções tecnológicas (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000). A transferência de tecnologia envolve mecanismos como licenciamento de patentes, parcerias de pesquisa e desenvolvimento, incubação e aceleração de startups, contribuindo para ampliar o impacto social e econômico da pesquisa acadêmica (GHOSH et al., 2023).

Um exemplo de bastante sucesso nesse processo pode ser observado durante a pandemia de COVID-19, com o desenvolvimento do capacete de respiração assistida “Elmo” por pesquisadores da Universidade Federal do Ceará, evidenciando a capacidade de resposta rápida da ciência e a importância da articulação entre pesquisa e inovação em contextos de crise (TOMAZ et al., 2022). Nesse cenário, programas e disciplinas de educação empreendedora tornam-se instrumentos estratégicos para fortalecer a cultura de inovação, capacitando estudantes e pesquisadores a transformar descobertas científicas em ativos tecnológicos e soluções aplicáveis (SCHWEICKART et al., 2023; YOU; WU, 2024).

3METODOLOGIA

Este estudo possui natureza bibliométrica, com caráter descritivo e exploratório. A bibliometria foi escolhida por permitir o mapeamento quantitativo e relacional da produção científica, facilitando a identificação de tendências temporais, padrões de colaboração, influência de autores e eixos temáticos emergentes.

A coleta de dados foi realizada na coleção principal da Web of Science (WoS) e da Scopus, por se destacarem em abrangência de periódicos de confiança e alto impacto. A estratégia de busca foi constituída a partir de duas combinações de descritores, denominados como pré-teste 1 e 2, onde considerou os termos 'entrepreneurialeducation', 'innovation' e 'biotechnology', combinados pelo operador booleano AND, delimitando o período de 2010 a 2025. A busca foi estruturada para recuperar publicações com aderência direta à interseção entre educação empreendedora e inovação aplicada ao contexto biotecnológico.

Tabela 1: Combinações de descritores.

Pré-teste 1	Entrepreneurshipeducation AND innovation AND biotech;
Pré-teste 2	Entrepreneurialeducation AND innovation AND biotechnology;

Fonte: Autoria própria (2025).

Foram adotados critérios de inclusão e exclusão para qualificar o portfólio. Incluíram-se artigos revisados por pares, com texto completo e alinhados à temática. Excluíram-se duplicatas, documentos sem relação direta com a temática e registros com informações incompletas.

Após seleção e refinamento, o portfólio final compreendeu 21 artigos. Os metadados (autores, título, ano, periódico, palavras-chave e citações) foram organizados em planilha eletrônica para padronização e limpeza, incluindo uniformização de termos e correção de inconsistências em nomes de autores.

A Tabela 2 lista os principais trabalhos que compõem a base bibliográfica empregada na criação dos mapas bibliométricos das Figuras 1 a 4. Tais materiais embasaram o estudo

das redes de autores, de cocitação e da concentração da produção científica, possibilitando descobrir os mais relevantes conjuntos teóricos e modelos de parceria na área de empreendedorismo e inovação dentro dos programas de pós-graduação em Biotecnologia.

Tabela 2: Principais artigos utilizados na construção dos gráficos.

Nº	Autores	Ano	Título
1	Calderón-Oliver et al.	2025	Enhancing university students' entrepreneurship in biotechnological product development.
2	Silveyra-León et al.	2025	Small doses of entrepreneurial content (SDEC) to foster competencies in biotechnology engineering.
3	Iwundu	2025	Unlocking innovation and intellectual property awareness through academia-industry-government collaboration.
4	You; Wu	2024	Assessing the impact of innovation and entrepreneurship programs in medical education.
5	Li; Deng	2024	Evaluation of engineering entrepreneurship ability using TOPSIS model.
6	Xie	2024	Developing nutritional education programs for bio-entrepreneurship.
7	Benoît; Belkacemi	2023	Studying the effects of entrepreneurial education on start-up success factors within the biotech industry.
8	Schweickart et al.	2023	Biomedical entrepreneurship skills development program.
9	Lane; Barron	2023	Interactive learning and entrepreneurial education in biotechnology.
10	Carniel; Timmins	2023	Identification of new biotechnology venture success in Europe.
11	Cahill et al.	2023	To be or not to be: entrepreneurship and enterprise creation as a way to innovate

			in life sciences.
12	Ghosh et al.	2023	Bench to beside technology: industry–academia translational bridge.
13	Chu et al.	2022	Entrepreneurial environment and psychology for startups: evidence from Asia.
14	Hafer et al.	2021	A multi-institutional partnership catalyzing the commercialization of biotechnology products.
15	Aggarwal; Johal	2021	Rural women entrepreneurship: a systematic literature review and beyond.
16	Abrahams et al.	2019	Personalised nutrition technologies and innovations: a cross-national survey of registered dietitians.
17	Matei; Zirra	2019	Introduction to biotech entrepreneurship: from idea to business.
18	Kumthekar; Swaroop	2018	Fostering diversity in innovation workforce. Innovation.
19	Gunn	2016	When science meets entrepreneurship: ensuring biobusiness graduate students understand the business of biotechnology.
20	Baporikar	2015	Handbook of research on entrepreneurship in the contemporary knowledge-based global economy.
21	Giglio	2015	Impacts of creativity vs knowledge interaction on academic entrepreneurs' start-ups.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise relacional foi conduzida no VOSviewer, permitindo a construção de mapas de coautoria e ocorrência. As redes foram interpretadas por clusters e força de ligação, possibilitando identificar agrupamentos temáticos e padrões de interação científica.

4RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a produção da seção a seguir os dados foram compilados da seguinte forma: (i) pesquisa na coleção principal da WoS e exportação dos metadados dos documentos obtidos nessa base de dados; e, (ii) tabulação desses metadados no VOSviewer. Os metadados do portfólio de 21 documentos recuperados da WoS e da Scopus foram tabulados na ferramenta

VOSviewer para construir, visualizar, descrever e analisar as redes de co-autoria, co-ocorrência de palavras e as redes de co-citação de autores, de referências e de localização.

Os resultados obtidos mostraram uma visão mais clara da rede de autores, o crescimento de publicações nos últimos anos e potencial de inovação da área da biotecnologia, bem como a polarização da produção científica em redes internacionais, deste modo, contribuindo para esclarecimento do estado da arte e as tendências da produção científica sobre o tema (VAN ECK; WALTMAN, 2010; ZUPIC; ČATER, 2015).

4.1 Análise da rede de autores e sobreposição temporal.

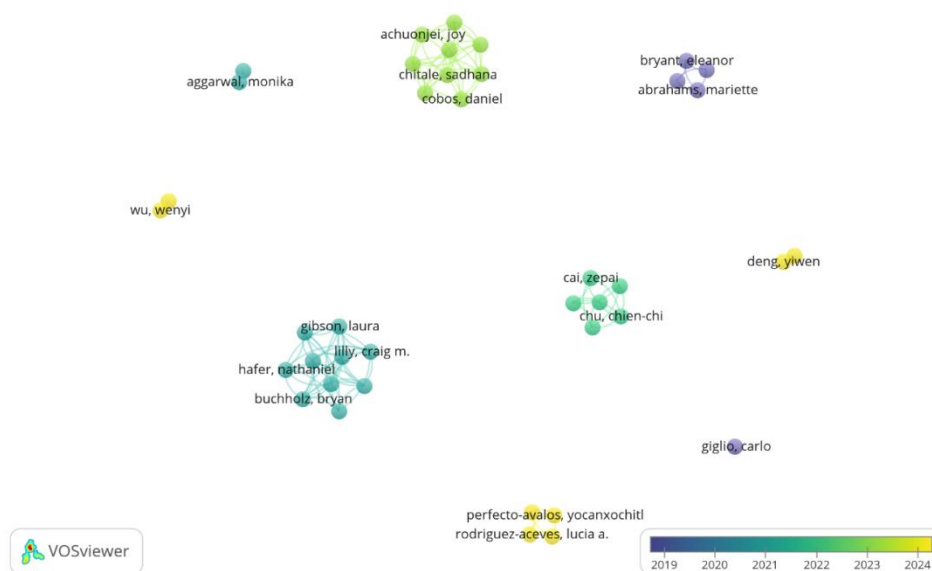
A Figura 1 apresenta o mapa de rede de autores e sobreposição temporal. O mapa de sobreposição temporal de autores, gerado pelo VOSviewer, permite observar padrões relevantes de colaboração científica e evolução temporal da produção acadêmica na interface entre educação empreendedora, inovação e biotecnologia. A análise da rede de coautoria revela uma estrutura fragmentada, caracterizada pela formação de clusters relativamente independentes, o que indica baixo nível de integração entre grupos de pesquisa.

Esse achado está alinhado com estudos bibliométricos anteriores, que apontam que áreas emergentes tendem a apresentar redes científicas menos consolidadas e maior dispersão de autores (KRÜGER et al., 2018; ZUPIC; ČATER, 2015).

A coloração dos nós segue uma escala temporal, variando de tons mais escuros (roxo/azul), que representam autores com publicações mais antigas dentro do recorte temporal (a partir de 2015), até tons mais claros, que indicam autores com produção científica mais recente (próxima a 2023/2025). A análise temporal indica crescimento mais acentuado a partir de 2020, com destaque para autores como You e Wu (2024), Li e Deng (2024) e Silveyra-León et al. (2025), o que sugere um movimento recente de expansão do campo, possivelmente impulsionado pela crescente valorização da inovação e do empreendedorismo em áreas intensivas em conhecimento, como a biotecnologia. Esse resultado corrobora evidências empíricas recentes que indicam o fortalecimento da educação empreendedora como estratégia para o desenvolvimento de competências inovadoras (CALDERÓN-OLIVER et al., 2025; SILVEYRA-LEÓN et al., 2025).

Além disso, a ausência de um autor central dominante sugere que o campo apresenta caráter interdisciplinar e distribuído, envolvendo diferentes áreas do conhecimento. Esse padrão difere de campos mais consolidados, nos quais há maior concentração de influência em autores-chave, indicando que a temática ainda está em processo de maturação científica e com espaço para maior integração entre grupos de pesquisa e para a ampliação de estudos em diferentes contextos geográficos, inclusive no Brasil, onde a produção ainda é menos representativa nas bases internacionais analisadas.

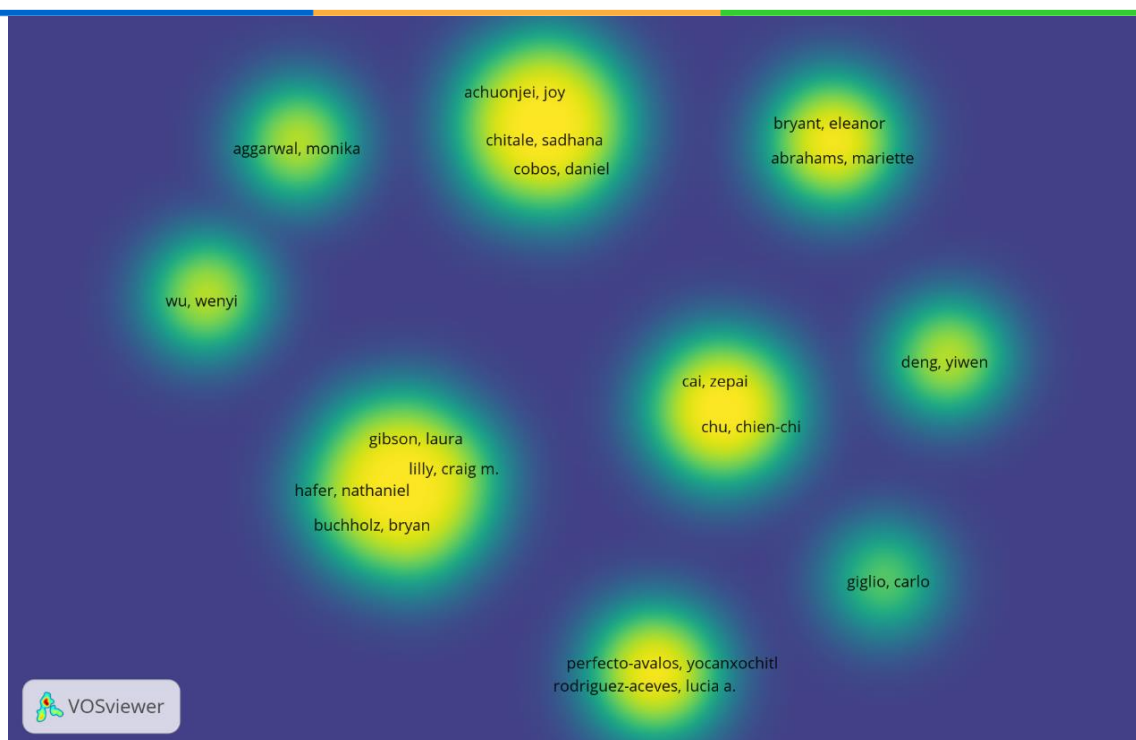
Figura 1: Mapa de rede de autores.



Fonte: VOSviewer (2025).

4.2 Análise de densidade da produção científica

Figura 2: Visualização por densidade de autores.



Fonte: VOSviewer (2025).

A Figura 2 apresenta a visualização por densidade da rede de autores. No mapa, as áreas representadas em tons mais quentes indicam maior concentração de autores e intensidade de interações científicas, enquanto as regiões em tons mais frios correspondem a pesquisadores ou grupos menos conectados à rede principal nos permitindo identificar as regiões de maior concentração de produção científica. Observa-se a formação de núcleos centrais com elevada densidade, indicando a existência de grupos de pesquisa mais consolidados e com maior volume de publicações.

Esses núcleos estão predominantemente associados a instituições de países desenvolvidos, evidenciando a concentração geográfica da produção científica no Norte Global como reforça a Figura 3. Esse achado está em consonância com a literatura, que aponta desigualdades na distribuição da produção científica e da inovação tecnológica em nível internacional (KRÜGER et al., 2018).

Entretanto, o presente estudo avança ao identificar sinais de expansão do campo, com o surgimento de novos autores em regiões periféricas da rede, ainda que com menor densidade de conexões. Esse padrão sugere um processo gradual de diversificação da produção científica, com potencial de ampliação da participação de países emergentes.

Além disso, a concentração de densidade em determinados grupos reforça a importância das redes colaborativas na consolidação do conhecimento científico. Em áreas como a biotecnologia, caracterizadas por elevada complexidade e necessidade de validação científica, a colaboração entre pesquisadores e instituições torna-se fundamental para o avanço da inovação (HAFFER et al., 2021; GHOSH et al., 2023).

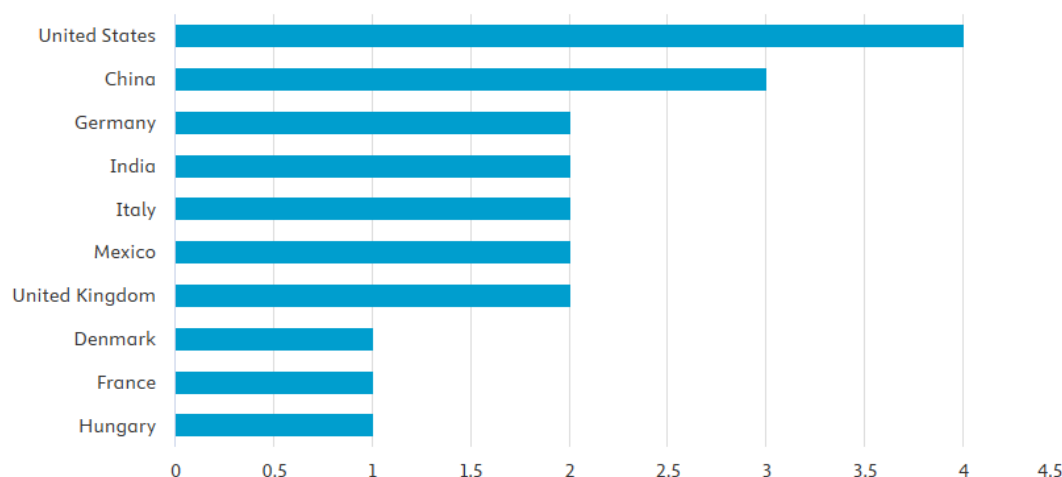
A análise também indica que a produção científica tende a se intensificar em ambientes com maior integração institucional e interdisciplinaridade, o que reforça a

relevância de políticas de incentivo à cooperação científica e à internacionalização da pesquisa.

A presença de áreas densas associadas principalmente a pesquisadores estrangeiros sugere que a literatura ainda é predominantemente internacional, evidenciando uma lacuna para maior produção brasileira sobre educação empreendedora vinculada à biotecnologia nas bases Scopus e Web of Science. Esse achado reforça a relevância de estudos nacionais que integrem essa temática, especialmente no âmbito da pós-graduação em biotecnologia.

Em suma, embora exista um núcleo ativo de pesquisadores na área, ainda há espaço para expansão, integração e diversificação geográfica das pesquisas, sobretudo com maior participação de países do Sul Global, incluindo o Brasil.

Figura 3: Quantidade de publicações por território.



Fonte: Scopus (2025).

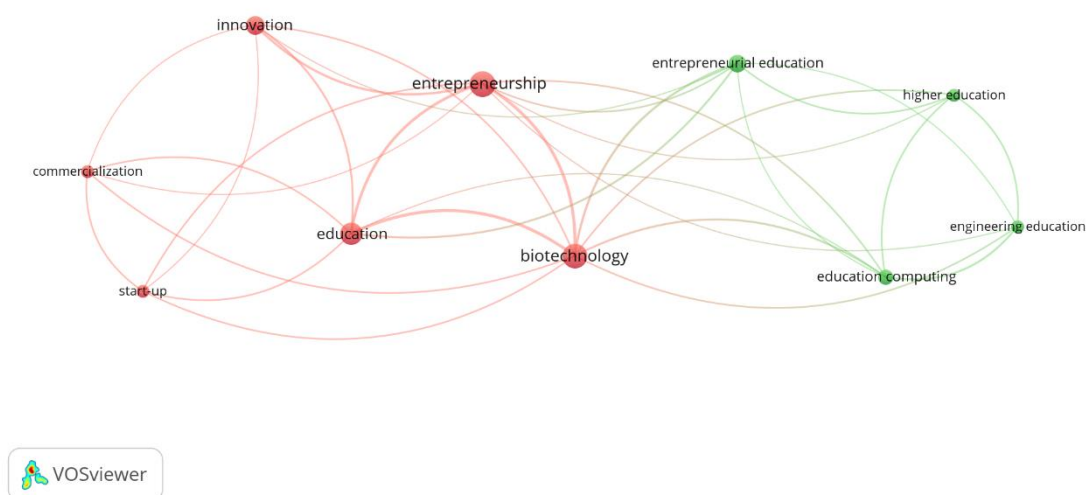
4.3 Rede de Coocorrência de Palavras-Chave

O mapa de coocorrência mostra as palavras-chave mais recorrentes no conjunto de artigos, representadas por círculos, onde o tamanho do nó é proporcional à sua ocorrência no portfólio selecionado. As conexões entre os termos são apresentadas em forma de redes de ligação, indicando quais palavras-chave são frequentemente citadas em conjunto.

Assim, na rede de palavras-chave, tanto os nós quanto os descritores refletem sua presença e relevância dentro da amostra analisada. Elas são organizadas em clusters, formados com base na proximidade e na frequência de coocorrência, de forma que cada agrupamento representa conjuntos de termos que tendem a ser discutidos conjuntamente na literatura.

Esses clusters são identificados por cores distintas, o que facilita a interpretação dos principais tópicos e áreas de interesse que estruturam determinada comunidade científica. Complementarmente, as linhas que conectam os nós expressam o grau de maior inter-relação entre os termos: quanto mais espessa a linha, maior o número de coocorrências e mais forte a associação temática entre as palavras-chave (MORAES; KAFURE, 2020).

Figura 4: Rede das palavras-chave.



Fonte: Elaboração com VOSviewer (2025).

A análise de coocorrência de palavras-chave no VOSviewer na Figura 4 revela que os termos “biotechnology”, “entrepreneurship”, “innovation” e “education” ocupam posição central na rede, indicando forte integração conceitual entre formação educacional, inovação e empreendedorismo no campo biotecnológico.

Observa-se ainda um agrupamento associado ao contexto universitário, com destaque para “highereducation”, “engineeringeducation” e “educationcomputing”, sugerindo que a educação empreendedora é frequentemente discutida no âmbito do ensino superior e das áreas tecnológicas. Além disso, a presença de termos como “commercialization” e “start-up” evidencia a conexão da literatura com aspectos aplicados, como criação de empresas e comercialização de tecnologias, reforçando o caráter prático e orientado à inovação da produção científica analisada.

No contexto da biotecnologia, onde inovação demanda capital, infraestrutura e validação, a inserção consistente de educação empreendedora pode facilitar o desenvolvimento de produtos e a criação de empresas de base tecnológica, ampliando o impacto científico, tecnológico e social da área.

Os estudos do portfólio indicam que intervenções educacionais aplicadas a cursos de biotecnologia e áreas correlatas tendem a gerar melhorias mensuráveis em competências empreendedoras, incluindo tomada de decisão, reconhecimento de oportunidades, resiliência e proatividade. Evidências empíricas recentes destacam ganhos após intervenções com conteúdos empreendedores incorporados ao currículo e atividades baseadas em projetos e desafios reais (CALDERÓN-OLIVER et al., 2025; SILVEYRA-LEÓN et al., 2025).

Programas institucionais também demonstram impacto positivo no desenvolvimento de habilidades de pesquisa, produção científica e estímulo ao depósito de patentes (YOU; WU, 2024). Além disso, a literatura evidencia que a educação empreendedora contribui para a consolidação de ecossistemas de inovação e para o aumento do potencial de comercialização de descobertas científicas na universidade (HAFFER et al., 2021).

5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar a produção científica sobre educação empreendedora no contexto da área de biotecnologia, por meio de uma abordagem bibliométrica, a fim de identificar padrões de publicação, redes de colaboração e tendências temáticas. Os resultados mostraram crescimento notável entre 2010 e 2025, com destaque para o aumento das publicações a partir de 2020. Esse avanço está associado à crescente valorização da inovação e do empreendedorismo em áreas intensivas em conhecimento, principalmente na área foco da pesquisa.

Além disso, os resultados evidenciaram a formação de redes de colaboração científica ainda em processo de consolidação, caracterizadas por clusters relativamente independentes e pela ausência de um núcleo central dominante. No que se refere aos aspectos temáticos, a análise de coocorrência de palavras-chave indicou forte integração entre educação, empreendedorismo, inovação e biotecnologia, sugerindo uma evolução do campo no sentido de aproximar formação acadêmica e aplicação prática do conhecimento. Esse resultado reforça a importância da educação empreendedora como estratégia para o desenvolvimento de competências voltadas à inovação e à criação de valor em contextos científicos e tecnológicos.

Apesar da relevância dos achados, este estudo apresenta limitações, especialmente no que se refere à dependência das bases de dados utilizadas, que podem não abranger a totalidade da produção científica existente. Além disso, restrições linguísticas e critérios de indexação podem ter influenciado a composição do portfólio analisado, assim como a própria natureza quantitativa da análise bibliométrica, que não permite aprofundar aspectos qualitativos relacionados às práticas educacionais.

Diante dessas limitações, recomenda-se que pesquisas futuras adotem abordagens qualitativas e mistas, com foco na análise detalhada de metodologias de ensino e suas contribuições para o desenvolvimento de competências empreendedoras em cursos de biotecnologia. Investigações que explorem diferentes contextos institucionais e geográficos também podem contribuir para ampliar a compreensão do fenômeno e fortalecer o campo de estudo. Esse estudo contribui para a percepção do crescimento científico, oriundo de uma área que está em constante avanço e reforça a relevância de diretrizes pedagógicas, que incentivem a convergência entre aprendizado, iniciativa empresarial e progresso biotecnológico.

6 REFERÊNCIAS

ABRAHAMMS, Mariette et al. **Personalised nutrition technologies and innovations: a cross-national survey of registered dietitians.** *Public Health Nutrition*, 2019.

AGGARWAL, M.; JOHAL, R. K. **Rural women entrepreneurship: a systematic literature review and beyond.** *Journal of Enterprising Communities*, 2021.

AL-OMOUS, M. D. et al. **Entrepreneurial education and innovation: the mediating role of knowledge sharing.** *Journal of Innovation & Knowledge*, 2022.

BAPORIKAR, Neeta. **Handbook of research on entrepreneurship in the contemporary knowledge-based global economy.** Hershey: IGI Global, 2015.

BENOÎT, Nicolas; BELKACEMI, C. **Studying the effects of entrepreneurial education on start-up success factors within the biotech industry.** *Journal of Entrepreneurship Education*, 2023.

CAHILL, Brian Patrick et al. **To be or not to be: entrepreneurship and enterprise creation as a way to innovate in life sciences.** In: *Advances in life sciences entrepreneurship*. 2023.

CALDERÓN-OLIVER, Mariel; ESCALANTE-ABURTO, Anayansi; PEÑA-BECERRIL, Maritza. **Enhancing university students' entrepreneurship in biotechnological product development.** *Education Sciences*, 2025.

CARNIEL, Lauren; TIMMINS, Adriano. **Identification of new biotechnology venture success in Europe.** *Technological Forecasting and Social Change*, 2023.

CHU, Chien-Chi et al. **Entrepreneurial environment and psychology for startups: evidence from Asia.** *Sustainability*, 2022.

ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. **The dynamics of innovation: from national systems and “mode 2” to a triple helix.** *Research Policy*, v. 29, n. 2, p. 109–123, 2000.

GHOSH, Arnab et al. **Bench to beside technology: industry–academia translational bridge.** *Journal of BiotechnologyInnovation*, 2023.

GLOBAL ENTREPRENEURSHIP MONITOR. **Empreendedorismo no Brasil 2023/2024: relatório executivo.** Curitiba: IBQP, 2024.

GIGLIO, Carlo. **Impacts of creativity vs knowledge interaction on academic entrepreneurs' start-ups.** *Journal of Business Research*, 2015.

GUNN, Moira A. **When science meets entrepreneurship: ensuring biobusiness graduate students understand the business of biotechnology.** *Nature Biotechnology*, 2016.

HAFER, Nathaniel et al. **A multi-institutional partnership catalyzing the commercialization of biotechnology products.** *Nature Biotechnology*, 2021.

IWUNDU, Mary P. **Unlocking innovation and intellectual property awareness through academia-industry-government collaboration.** *Journal of Technology Transfer*, 2025.

KRÜGER, Cristiane; JOHANN, Denise A.; MINELLO, Italo F. **Educação empreendedora: um estudo bibliométrico.** *Navus*, v. 8, n. 4, p. 125–145, 2018.

KUMTHEKAR, Priya U.; SWAROOP, Mamta. **Fostering and expanding diversity in the workforce in innovation.** In: BEHRNS, Kevin E.; GINGLES, Bruce; SARR, Michael G. (ed.). *Medical innovation*. Cambridge: Academic Press, 2018. p. 201–207.

LANE, Niall; BARRON, Stephan. **Interactive learning and entrepreneurial education in biotechnology.** *Studies in Higher Education*, 2023.

LI, Zheng; DENG, Yiwen. **Evaluation of engineering entrepreneurship ability using TOPSIS model.** *Mathematics*, 2024.

MATEI, Florentina; ZIRRA, Daniela. **Introduction to biotech entrepreneurship: from idea to business.** Cham: Springer, 2019.

MORAES, L. L. D.; KAFURE, I. **Bibliometria e ciência de dados.** *RDBCI*, v. 18, 2020.

OLIVEIRA, A. et al. **Educação empreendedora e inovação no ensino superior.** *Revista de Administração Contemporânea*, 2022.

SCHWEICKART, Tucker et al. **Biomedical entrepreneurship skills development program.** *Journal of Biomedical Innovation*, 2023.

SHAFIQUE, M. et al. **Entrepreneurial ecosystems and innovation performance.** *Technovation*, 2023.

SCHUMPETER, Joseph A. **The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle.** Cambridge: Harvard University Press, 1934.

SILVEYRA-LEÓN, Geraldina et al. **Small doses of entrepreneurial content (SDEC) to foster competencies in biotechnology engineering.** *IEEE EDUCON*, 2025.

TOMAZ, Betina Santos et al. **ELMO, a new helmet interface for CPAP to treat COVID-19-related acute hypoxemic respiratory failure outside the ICU: a feasibility study.** *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 48, n. 01, p. e20210349, 2022.

VAN ECK, Nees Jan; WALTMAN, Ludo. **VOSviewer: a computer program for bibliometric mapping.** *Scientometrics*, v. 84, n. 2, p. 523–538, 2010.

YOU, Xiandi; WU, Wenyi. **Assessing the impact of innovation and entrepreneurship programs in medical education.** *BMC Medical Education*, 2024.

XIE, Liang. **Developing nutritional education programs for bio-entrepreneurship.** *Education and Information Technologies*, 2024.