



O ENSINO DE GENÉTICA NO BRASIL: UM ESTUDO MÉTRICO SOBRE A PRODUÇÃO CIENTÍFICA NA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS

Teaching Genetics in Brazil: A metric study on scientific production in the field of science teaching

Christian dos Santos Fonseca [christianfonseca386@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores/PPG-ECFP
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Avenida José Moreira Sobrinho, S/N, Jequié, Bahia, Brasil*

Juvenal Cordeiro Silva Junior [juvenal@uesb.edu.br]

*Departamento de Ciências Biológicas
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Avenida José Moreira Sobrinho, S/N, Jequié, Bahia, Brasil*

Alaércio Moura Peixoto de Jesus [mouraalercio@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores/PPG-ECFP
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Avenida José Moreira Sobrinho, S/N, Jequié, Bahia, Brasil*

Resumo

As pesquisas desenvolvidas na área de Ensino de Biologia estão em pleno crescimento, entretanto, as investigações em Ensino de Genética não acompanharam essa tendência de aumento. Sendo assim, o estudo objetivou analisar metricamente o perfil da produção científica relacionada à subárea “Ensino de Genética” nos periódicos de Ensino de Ciências do Brasil nos anos de 2011 a 2020. Para tal, nos baseamos em uma análise prioritariamente quantitativa fundamentada nos princípios teóricos-metodológicos adaptados dos estudos métricos no campo da bibliometria. Foram consultados todos os artigos publicados entre 2011 e 2020 em cinco periódicos brasileiros da referida área, selecionando aqueles que focalizavam o Ensino de Genética em seus conteúdos. Com esse levantamento, analisamos os indicadores gerais, de autoria-produção, de conteúdo e referências. O perfil obtido com base nesses indicadores nos proporcionou alguns indicativos para compreensão das tendências da produção científica na área, tais como: incipiência nas pesquisas sobre o Ensino de Genética, mulheres entre os autores-pesquisadores mais colaborativos e citados, periódicos e documentos governamentais entre os tipos de materiais bibliográficos mais referenciados, dentre outros. Sendo assim, esperamos com esse trabalho proporcionar direcionamentos para futuras investigações.

Palavras-Chave: Bibliometria; Ensino de Genética; Produção científica.

Abstract

The research conducted in the field of Biology Education is experiencing significant growth, however, investigations in Genetics Education have not followed this upward trend. Therefore, the study aimed to metrically analyze the profile of scientific production related to the 'Genetics Education' subfield in Science Education journals from Brazil between 2011 and 2020. To achieve this, the study relied on a primarily quantitative analysis based on the theoretical-methodological principles adapted from metric studies in the field of bibliometrics. All articles published between 2011 and 2020 in five Brazilian journals within this field were consulted, selecting those focusing on Genetics Education in their content. Through this survey, we investigated general indicators of authorship-production, content and references. The profile obtained based on these indicators provided us with some insights into understanding the trends in scientific production in the area, such as the nascent stage of research, women among the most collaborative and cited author-researchers and scientific journals and government documents among the most referenced bibliographic materials, among others. Therefore, with this work, we aim to provide guidance for future investigations.

Keywords: Bibliometrics; Teaching Genetics; Scientific production.

INTRODUÇÃO

No Brasil, apesar da grave crise política e econômica que vem afetando significativamente os setores de pesquisa, por meio dos cortes de verbas, de bolsas de incentivo à pesquisa e pelo próprio desmonte da educação pública, as pesquisas desenvolvidas pela comunidade acadêmica na área de Ensino da Biologia estão em acentuado crescimento. Esta expansão pode ser atribuída, principalmente, à expansão do número de programas de pós-graduação que se instauraram no país, a partir da década de 1970. Tal aspecto vem contribuindo desde então para as investigações na área de Ensino de Ciências, bem como na subárea Ensino de Biologia (Teixeira & Megid Neto, 2006; 2012; Slongo & Delizoicov, 2010; Teixeira, 2021).

Em um estudo realizado com base em dissertações e teses no período de 1972 a 2004, Teixeira (2008) verificou que alguns focos temáticos reuniam uma maior quantidade de trabalhos. O autor destaca a incidência de produções relacionadas a conteúdos-métodos, formação de professores, currículo e programas, características do professor e do aluno, bem como de recursos didáticos. Em contrapartida, foram evidenciados em menor quantidade estudos que focalizavam a formação de conceitos e a história e filosofia da ciência.

Embora a subárea de Ensino de Biologia esteja em ascensão no que diz respeito à quantidade de trabalhos publicados, estudos apontam que o Ensino da Genética não acompanhou essa tendência de crescimento (Melo & Carmo, 2009; Barros, 2020; Marin & Vinholi Júnior, 2020). Este fato nos chama bastante atenção, porque como são constantes os avanços e as descobertas na área de Genética, entendemos que a baixa produtividade pode mascarar algumas fragilidades presentes nos processos que envolvem o ensino e a aprendizagem dos conceitos específicos da área. Com isso, acreditamos que é urgente a necessidade de estudos qualitativos e quantitativos quanto a esta temática, uma vez que eles são fundamentais para a identificação de lacunas presentes nas produções, bem como para compreensão do processo de evolução da ciência.

Nessa perspectiva, os estudos métricos realizados no campo da bibliometria e cienciometria, conceitos que definiremos em tópicos posteriores, surgem como uma possibilidade investigativa. Este ramo de estudo da Ciência da Informação vem contribuindo para o direcionamento de novas investigações, assim como na transparência dos conhecimentos produzidos nos mais diferentes campos de pesquisa, servindo enquanto alicerce para análises da produção científica de um país, região, estado e dentre outras entidades (Parra, Coutinho, & Pessano, 2019). Entretanto, são poucos os trabalhos cienciométricos encontrados no país voltados para a análise da produção acadêmica e científica na área de Ensino de Ciências (Razera, 2016), bem como na subárea Ensino de Biologia, o que faz necessário mais estudos baseados nos indicadores cienciométricos para uma melhor compreensão da pesquisa em Ensino de Genética.

Sendo assim, buscamos responder a seguinte questão de pesquisa: o que a análise de indicadores métricos pode nos dizer a respeito dos artigos que focalizam o “Ensino de Genética” em seus conteúdos, publicados nos periódicos de Ensino de Ciências do Brasil anos de 2011 a 2020? Dessa forma, nosso objetivo foi analisar metricamente o perfil da produção científica relacionada à subárea “Ensino de Genética” nos periódicos de Ensino de Ciências do Brasil anos de 2011 a 2020.

REFERENCIAL TEÓRICO

O Ensino de Genética no Brasil e a pesquisa na área

Na década de 1950, a Biologia não estava organizada como uma disciplina autônoma no Brasil e, portanto, não apresentava a mesma configuração e distribuição de conteúdo que são encontrados nos currículos da atualidade. Seus conhecimentos estavam vinculados à disciplina de História Natural, a qual reunia tópicos de Mineralogia, Petrografia e Paleontologia, e encontravam-se dispostos de forma fragmentada em três grandes áreas biológicas, sendo elas a Botânica, a Zoologia e a Biologia geral (Krasilchik, 2004).

A partir da década de 1960, essa tradicional divisão curricular, pautada na fragmentação do conhecimento, começa a ser superada. O progresso do conhecimento biológico, associado ao reconhecimento do ensino de ciências enquanto fator de desenvolvimento e a descentralização das decisões curriculares de responsabilidade do Governo Federal¹, foram alguns dos contribuintes fundamentais para que ocorresse essa reestruturação curricular. E, em decorrência destes fatores,

¹ Por meio da criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) sancionada em 1961.

especialmente da expansão do conhecimento biológico ocorrida na época, os conteúdos voltados para as áreas de Ecologia, Genética e Bioquímica passaram a ser incorporados aos currículos escolares, visando romper com o ensino que antes era centrado nas diferenças entre os diversos grupos de organismos (Krasilchik, 2004).

Baseada na intenção de relacionar os fenômenos que são comuns a todos os organismos, a Genética, uma das áreas da Biologia que mais se desenvolveu nos últimos anos, ganha destaque e mostra a cada dia a sua relevância. Devido ao seu caráter unificador, ela pode ser considerada “*a mais básica de todas as disciplinas biológicas*” (Mayr, 1998, p. 701) uma vez que se mostra presente em praticamente todos os fenômenos biológicos. Nessa perspectiva, Griffiths, Wessler, Carroll e Doebley (2016) elencaram dois motivos principais pelos quais a Genética deve ser estudada: o primeiro, como fora anteriormente mencionado, diz respeito à posição de destaque que ela ocupa em toda a área biológica, e o segundo, relaciona-se com o fato dela ser considerada indispensável para vários aspectos do interesse da humanidade, principalmente àqueles voltados para a saúde e a economia.

Embora a Genética seja comumente definida como “*a ciência da hereditariedade e o ramo da biologia que estuda os mecanismos de transmissão das características de uma espécie*” (Moura, Deus, Gonçalves, & Peron, 2013, p. 169), alguns autores chamam a atenção a respeito dessa concepção. Griffiths et al. (2016) discutem que antes mesmo da disciplinarização dessas áreas, tais fenômenos já eram do conhecimento e interesse humano, uma vez que muitas pessoas se utilizavam do cruzamento de plantas ou animais com características previamente selecionadas visando obter melhorias na qualidade de seus rebanhos, ou das suas plantações. Os mesmos autores acrescentam, igualmente que, devido ao fato do gene ser considerado o objeto de estudo central da Genética, essa área pode ser definida, de forma genérica, como o ramo da biologia encarregado pelos estudos dos genes. Em geral, o estudo dessa sequência específica do DNA pode acontecer em diferentes níveis e a ciência responsável por esse estudo a nível molecular é a Biologia Molecular, mais recente área das Ciências Biológicas (Camargo, Infante-Malachias, & Amabis, 2007).

No Brasil, os tópicos voltados para área da Genética estão previstos para serem ensinados no 9º ano do Ensino Fundamental, dentro da unidade temática “Vida e Evolução”, pertencente ao componente curricular Ciências. No Ensino Médio (EM), esses conhecimentos são mobilizados dentro da competência específica 2 das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, vinculados ao componente curricular Biologia, geralmente ministrado durante a 3ª série do EM (MEC, 2018).

O processo de ensino-aprendizagem da Genética é considerado um dos mais complexos e desafiadores quando comparado com as demais áreas das Ciências Biológicas, pois além dos seus conteúdos apresentarem alto grau de abstração, falta contextualização histórica e social, uma vez que suas constantes descobertas impactam diretamente na sociedade (Montalvão Neto, Miguel, & Giralardi, 2015; Marin & Vinholi Júnior, 2020). Esse fato pode ser explicado porque, muitas vezes, o Ensino de Genética não ocorre de forma crítica, problematizadora e contextualizada, sendo voltado geralmente para uma simples aquisição de conceitos que serão utilizados para a realização de alguma prova, concurso ou evento (Melo & Carmo, 2009).

Além da abstração e da falta de associação com a realidade, outro fator que influencia diretamente o Ensino de Genética é o processo de formação dos professores. Muitos professores apresentam defasagens teóricas e práticas frente aos conteúdos de Genética. Além disso, como são constantes os avanços ocorridos nesta área, tanto nos aspectos conceituais como tecnológicos, diversos conteúdos voltados para a área da Biologia Molecular não são trabalhados durante a formação inicial de muitos profissionais. Nesse sentido, consideramos que muitos professores passaram pelo processo da formação inicial tempos antes dos avanços do campo da genômica, ou mesmo, previamente à inserção da Biologia Molecular enquanto disciplina nos currículos dos cursos de graduação do Brasil, ressaltando a necessidade da formação continuada e constante atitude de pesquisa e busca por novas informações em distintas fontes² sobre a temática (Camargo, Infante-Malachias, & Amabis, 2007; Santos Filho, Alle, Cestari, & Leme, 2021).

Em um estudo realizado por Melo e Carmo (2008) cujo objetivo era analisar o perfil das produções no Ensino de Genética e Biologia Molecular no Brasil, no período de 1999 a 2008, foi evidenciada a incipiência das pesquisas na área. Os pesquisadores tiveram como base investigativa os trabalhos publicados na Revista Genética na Escola, Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular, as publicações dos anais do I Encontro Nacional de Ensino de Biologia (Enebio) e III Encontro Regional de

² Ressaltamos que essa dimensão se torna relevante não somente para a atualização dos conteúdos específicos relacionados ao Ensino de Biologia.

Ensino de Biologia da Regional (Erebio). Além disso, identificaram que pesquisas voltadas para a análise de livros didáticos, História da Ciência e propostas curriculares encontravam-se publicadas em baixa quantidade, diferentes daquelas que focalizam as metodologias de Ensino de Genética.

Entretanto, em um levantamento realizado por Pereira, Silva e Zanetti (2011) entre os anos de 2004 a 2010, em periódicos da área de Ensino de Ciências, tais como: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Ciência & Educação, Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências e Investigações em Ensino de Ciências, bem como dos trabalhos publicados em anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (Enpec), encontraram indícios de avanços nesse cenário. Os resultados apontam para o enfoque de pesquisas referente ao levantamento de concepções prévias de estudantes e para análise de livros didáticos. Além disso, os autores chamam atenção para a escassa produção voltada para abordagens históricas e à relação com as questões da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Em um estudo mais recente, Marin e Vinholi Júnior (2020) mostraram que pouco avanço foi evidenciado nas pesquisas em Ensino de Genética. Ao investigar as dissertações e teses defendidas entre os anos de 2004 a 2019, os autores visualizaram que as pesquisas na área ainda são incipientes no que diz respeito ao número de publicações. Ademais, não é feito um detalhamento acerca das categorias mais proeminentes e/ou negligenciadas, como apontaremos ao longo dessa discussão.

Assim, acreditamos na possibilidade dos estudos métricos como uma das alternativas para avaliar as produções científicas no Ensino de Genética, a fim de compreender melhor como estão caracterizadas as pesquisas na área.

Estudos métricos como possibilidade investigativa: alguns conceitos básicos

O desenvolvimento nos campos da ciência e da tecnologia, que se sucedeu nas últimas décadas, resultou no crescimento acentuado das produções científicas nas diferentes áreas do conhecimento. Dessa forma, surge a necessidade de se investigar como encontra-se caracterizada a produtividade nos centros de pesquisa, a fim de realocar melhor os recursos públicos (Vanti, 2002). Logo, os indicadores científicos foram desenvolvidos como uma alternativa para mensurar os insumos e os resultados das produções provenientes das instituições científicas (Spinak, 1998).

Dentre as diferentes áreas existentes que se ocupam de mensurar a produção científica, é possível destacar a Bibliometria, a Cienciometria, a Informetria³ e a Webometria⁴ como alternativas para avaliar o conhecimento científico produzido, bem como os fluxos de informações, baseados em diferentes enfoques e objetivos (Vanti, 2002). Essas áreas constituem um campo interdisciplinar dentro da Ciência da Informação voltado para o estudo prioritariamente quantitativo da ciência e da tecnologia por meio da análise de artigos, livros, capítulos de livros, trabalhos publicados em anais de eventos, dentre outras produções bibliográficas, que são frutos de trabalhos desenvolvidos nas diferentes áreas pela comunidade científica (Hayashi, 2013).

A Bibliometria e a Cienciometria, em específico, de acordo com Parra, Coutinho e Pessano (2019, p. 133) “são áreas de Ciência da Informação bem próximas, especialmente pelo fato de ambas abordarem a produção de informação mais formal, a científica”, assim como a acadêmica. Nesse sentido, a primeira utiliza de técnicas quantitativas e estatísticas para mensurar os indicadores de produção e disseminação do conhecimento produzido pela comunidade científica (Araújo, 2006). E a segunda, baseada no mesmo princípio, é um segmento da sociologia da ciência voltada para os estudos dos aspectos quantitativos da ciência enquanto uma disciplina ou atividade econômica, direcionada ao desenvolvimento de políticas científicas (Macias-Chapula, 1998), atentando-se assim, para a dinâmica da produção científica, bem como para o impacto dela.

Dada essa proximidade entre as áreas, é possível inferir que a Cienciometria surge a partir da Bibliometria e se completam. Essa relação de interdependência é evidenciada pelo fato de que, segundo Spinak (1998), a Cienciometria vai além das técnicas bibliométricas na sua investigação, analisando o desenvolvimento científico a partir de um olhar acerca dos aspectos econômicos e sociais da ciência.

No Brasil, as pesquisas realizadas nos diferentes campos educacionais, baseadas nos indicadores cienciométricos vêm se acentuando nos últimos anos (Parra, Coutinho, & Pessano 2019). Contudo, Razera

³ A Informetria refere-se ao estudo quantitativo da informação em qualquer formato e relacionada a qualquer grupo social, não se restringindo apenas aos registros catalográficos e bibliografias (Marcia-Chapulas, 1998).

⁴ A Webometria, tem como campo de estudo a internet e todas as suas ferramentas, como os links, sites, páginas, URLs e outros, visando a mensuração das informações provenientes da Rede Mundial de Computadores por meio dos fluxos de dados disponíveis e acessados (Parra, Coutinho, & Pessano, 2019).

(2016) aponta que, apesar dessa expansão, a área de Educação em Ciências não acompanhou essa tendência de crescimento, visto que, não existem muitos relatos de investigações cienciométricas disseminados nos principais periódicos brasileiros da área de Ensino.

Em um estudo cienciométrico realizado por Barros (2020), tendo como base de análise os artigos publicados na plataforma *Web of Science* (WoS), o Ensino de Genética não tem conseguido acompanhar a evolução no campo da Genética. A autora também aponta que, por ainda haver atrasos no campo educacional no que tange os conteúdos da Genética, o avanço das descobertas na área pode fazer com que o ensino se torne cada vez mais desatualizado.

No mais, ainda não há pesquisas que façam um detalhamento acerca do perfil de produção relacionado ao Ensino de Genética, focalizando os periódicos de Ensino de Ciências escolhidos, com o recorte de tempo definido e critérios de análise que apresentaremos nesse estudo.

METODOLOGIA

O estudo é uma pesquisa prioritariamente quantitativa, baseada nos fundamentos teóricos-metodológicos adaptados dos estudos métricos no campo da bibliometria, acerca dos artigos publicados nas revistas de Ensino de Ciências do Brasil que focalizam o Ensino de Genética em seus conteúdos. Para tal, foram selecionados os seguintes periódicos: Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências (RBPEC), Ciência & Educação (Ciên&Edu), Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Investigações em Ensino de Ciências (IENCI) e Alexandria: Revista de Pesquisa em Ciência e Tecnologia.

Os critérios de escolha das revistas foram baseados em Razera (2018) e, geralmente utilizado pelo nosso grupo de pesquisa, levam em consideração os seguintes aspectos: as mais antigas e representativas da área de Ensino de Ciências, não possuir escopo diretivo específico, são vinculadas às instituições públicas ou associações de pesquisa e são bem classificadas de acordo com a última avaliação (2017-2020) realizada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), estando todas elas entre as categorias A1 e A2 na área de Ensino. Para a obtenção dos dados, as buscas nos periódicos foram realizadas entre os anos de 2011 a 2020, selecionando todos os artigos publicados nesse recorte temporal.

A avaliação se desenvolveu em duas etapas. Na primeira, com o intuito de identificar os artigos que possuíssem como foco temático o Ensino de Biologia, foram selecionados aqueles com a presença de pelo menos um dos seguintes descritores, baseados em Teixeira (2008), com modificações: “ensino de/da biologia”; “biologia geral”, “biologia”, “botânica”, “zoologia”, “ecologia”, “anatomia”, “morfologia”, “citologia”, “histologia”, “embriologia”, “bioquímica”, “microbiologia”, “imunologia”, “genética”, “biologia molecular”, “evolução”, “fisiologia” e “biofísica”, “educação ambiental”, “saúde”, “sexualidade”, “reprodução humana” e “educação sexual”. E, como esses periódicos publicam trabalhos em outros idiomas, as buscas pelos descritores aconteceram em português, inglês, espanhol e francês.

Para uma avaliação mais precisa, foram selecionados os artigos que apresentaram a frequência de 9 vezes ou mais dos descritores (EB9+), pois são os que realmente destacam o Ensino de Biologia em seus conteúdos. Esse recorte estabelecido advém da Lei de Zipf, que se relaciona à frequência de termos em um determinado texto (Spinak, 1996), além da presença do descritor no título, palavras-chave, resumo ou referências. Posteriormente, foi realizada uma leitura flutuante nos artigos para verificar se de fato eles enfatizavam a referida temática. É importante ressaltar que foram desconsiderados os artigos onde a presença do descritor não se encontrava diretamente relacionada ao interesse investigativo⁵.

Na segunda etapa, foram localizados dentro dos artigos identificados aqueles que destacavam o Ensino de Genética (EG9+) em seus conteúdos, bem como os direcionados ao Ensino de Biologia Molecular, considerado um dos ramos de estudo da Genética. No total, foram contabilizados 1.961 artigos. Desses, 402 focalizavam o Ensino de Biologia e 31 enfatizavam o Ensino de Genética. Os dados coletados foram posteriormente organizados em listas nos programas Microsoft Office Word e Microsoft Excel (ambos na versão 2016).

⁵ Por exemplo, foram desconsiderados os artigos em que o descritor “genética” não estava relacionado com a Biologia, e sim a epistemologias, como Epistemologia Genética de Piaget. Assim como os artigos que apresentavam o descritor “bioquímica”, mas com enfoque direcionado ao Ensino de Química.

As publicações foram avaliadas conforme as seguintes perspectivas: aspectos gerais (quantidade de artigos publicados e analisados); autoria-produção (autores que publicam na revista, instituições vinculadas, perfil acadêmico dos autores); conteúdo (árvore de similitude dos resumos obtidas através do *software* Iramuteq® e análise de conteúdo); e, referências (obras e autores mais referenciados).

Para a análise de conteúdo, foi realizada uma adaptação dos pressupostos defendidos por Franco (2008). De acordo com a autora, esse método consiste em um conjunto de técnicas para descrever, sistematizar e analisar o conteúdo das mensagens, permitindo a interpretação das comunicações investigadas. Para tal, são elencadas as seguintes etapas: (i) pré-análise, correspondendo à organização do material e leitura flutuante dos artigos selecionados; (ii) exploração do material, codificação e elaboração das categorias analíticas e interpretativas, notas sobre os textos; e, (iii) tratamento dos resultados, realizando uma interpretação inferencial para a construção do texto analítico com reflexões e sínteses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos gerais

Nesse tópico apresentaremos os dados relacionados à contagem geral dos artigos estudados, sendo: (i) quantidade total dos artigos consultados e dos que destacam o Ensino de Biologia em seus conteúdos; (ii) quantidade total dos artigos que destacam o Ensino de Genética em seus conteúdos; (iii) evolução diacrônica, ou seja, distribuição das publicações ao longo de um determinado período.

Foram contabilizados 1.961 artigos publicados nos periódicos analisados entre os anos de 2011 a 2020. Desse total, 402 (20,5%) foram analisados, pois são os artigos que destacavam o Ensino de Biologia em seus conteúdos, conforme apontado pelos nossos critérios de coleta. Após a análise dos artigos, recortamos para a subárea Ensino de Genética, escolhida como foco dessa investigação e, com isso, 31 artigos foram selecionados.

No levantamento inicial, percebemos que a quantidade dos artigos EG9+ é relativamente baixa se comparada ao total de artigos EB9+ e a outras subáreas, reforçando estudos anteriores previamente apresentados no quadro teórico desse artigo (Quadro 1). Além disso, no período 2011 a 2020, os periódicos *Ciência & Educação* (Ciên&Edu) e *Investigações em Ensino de Ciências* (IENCI) se destacam pelo número de publicações, com 10 e 9 artigos, respectivamente.

Quadro 1- Distribuição dos artigos EB9+ e EG9+ (2011-2020).

Periódico	Artigos consultados	EB9+	EG9+	Frequência relativa EG9+ (%)
IENCI	384	101	9	2,3
Ciên&Edu	608	114	10	1,6
Ensaio	340	65	5	1,4
RBPEC	329	80	4	1,8
Alexandria	300	42	3	1
Total	1.961	402	31	1,6

Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico 1 exibe a evolução do total de artigos publicados com foco no Ensino de Biologia em comparação com aqueles que enfatizam o Ensino de Genética em seus conteúdos.

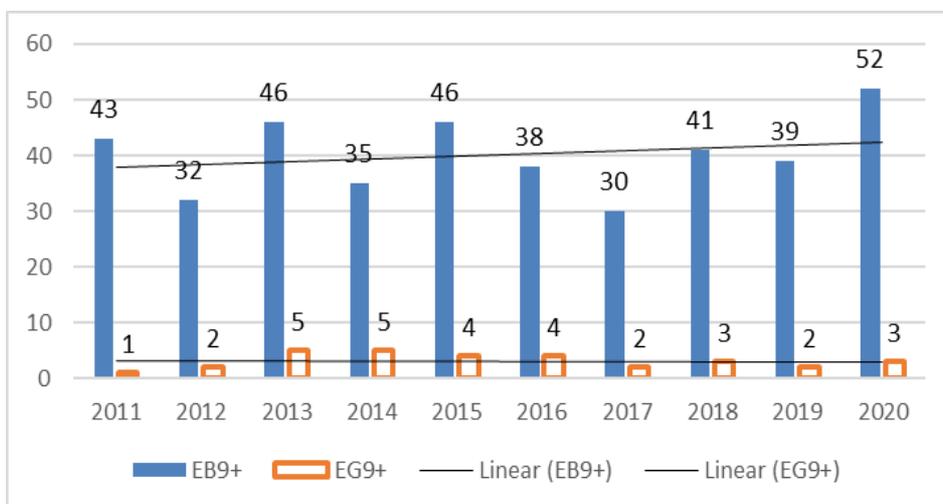


Gráfico 1- Evolução diacrônica comparativa entre os artigos EB9+ e EG9+ com linha de tendência das publicações. Fonte: dados da pesquisa.

Com esses dados, observamos oscilações nas publicações EG9+ no decorrer dos anos, com maiores índices de produção durante os anos de 2013 e 2014, nesses periódicos. Ao analisar a linha de tendência, constatamos que EG9+ não acompanha o crescimento apresentado por EB9+, revelando que, a partir do ano de 2014, há uma tendência de decréscimo nas pesquisas com foco no Ensino de Genética no Brasil. Este resultado reforça que ainda são incipientes as pesquisas realizadas na subárea.

Diante desse resultado, um dos fatores que podem estar associados a essa tendência de decréscimo é a redução dos investimentos em pesquisas na graduação e pós-graduação, influenciados pela grave crise política e econômica que, desde o ano de 2013, assolou os diferentes setores do Brasil (Maia, 2023). De acordo com Moura e Camargo Junior (2017), entre os anos de 2007 e 2014 o país vivenciou um período de financiamento acentuado para pesquisa e pós-graduação por parte de diversas agências de fomento, como a CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). No entanto, a partir de 2015, a crise que resultou no impeachment da presidente legalmente eleita, impactou esse ciclo positivo de financiamento, resultando em cortes significativos de bolsas e auxílios em praticamente todas as agências de fomento à pesquisa, atingindo assim, como aponta Teixeira (2021), a área educacional, as universidades e a pós-graduação.

Em um estudo realizado anteriormente por Melo e Carmo (2008) entre 1999 e 2008, sobre o perfil de produção em Ensino de Genética e Biologia Molecular demonstrou baixa produtividade na subárea. Da mesma forma, Marin e Vinholi Júnior (2020) em uma pesquisa baseada em dissertações e teses, cobrindo um período de investigação maior, de 2004 a 2019, verificaram que as pesquisas ainda são incipientes, o que corrobora os resultados encontrados por nossa investigação. Alguns dos desafios relacionados ao ensino da Genética, apresentados no quadro teórico, como a dificuldade de lidar com a complexidade dos conteúdos em sala de aula e a falta de atualização no processo de formação de professores, que carece de teorias e práticas adequadas, podem estar relacionados a essa incipiência de pesquisas na área (Montalvão Neto, Miguel, & Giraldi, 2015; Marin & Vinholi Júnior, 2020; Santos Filho et al., 2021).

Nesse primeiro tópico apresentamos uma caracterização geral acerca da produção no Ensino de Genética no Brasil, baseando-se nos periódicos investigados. Esses dados nos ajudam a entender o perfil das pesquisas que estão sendo desenvolvidas e publicadas no país. A seguir, serão discutidos outros indicadores essenciais para uma compreensão mais aprofundada do perfil de produção na área do Ensino da Genética.

Indicadores de autoria-produção

Nesse item apresentaremos os resultados obtidos referentes à autoria-produção, sendo discutidos na seguinte ordem: (i) número de autores totais, (ii) quantidade de instituições informadas pelos autores, (iii) instituições separadas por região e país, (iv) instituições brasileiras com maior número de vínculo com os

autores-pesquisadores, (v) composição de autoria (contagem direta e contagem completa⁶) e (vi) perfil acadêmico.

Foram contabilizados 87 autores no total, mencionados nos 31 artigos analisados, filiados esses a 79 instituições. Esse resultado nos chama atenção, uma vez que é comum em estudos bibliométricos o número de instituições ser superior aos de autores-pesquisadores, diferença essa que advém de mais de um vínculo institucional apresentado por eles (Razera, Matos, & Bastos, 2019; Jesus, 2021). Além disso, houve maior incidência de instituições brasileiras (70) e menor de internacionais (9). Desconsiderando repetições, tivemos 30 universidades brasileiras, seguidas por instituições em Portugal (2), Espanha (1) e Argentina (1).

Em relação ao total de instituições brasileiras, elas estão distribuídas por região da seguinte maneira: Sul (33), Sudeste (28), Nordeste (5), Norte (3) e Centro Oeste (1). E dentre as universidades mais frequentes, destacam-se: a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (10), a Universidade Estadual de Londrina (6), a Universidade Federal do ABC (4), a Universidade Estadual de Campinas (4) e a Universidade de São Paulo (4).

Com base nos resultados apresentados, constatamos que os periódicos analisados possuem reconhecimento por parte das instituições brasileiras. Nota-se, ainda, que há predomínio de instituições públicas estaduais e de nível superior, distribuídas entre as regiões Sul e Sudeste do país. Um fator que contribui para esta aglutinação de trabalhos no eixo Sul-Sudeste é que a maioria dos programas de pós-graduação em Ensino de Ciências do Brasil se concentra nessas regiões. Entretanto, concordamos com Teixeira e Megid Neto (2012) quando discutem que essa distribuição irregular das produções científicas pelo território nacional não atende aos interesses e necessidades particulares de cada região.

Em relação às instituições mais frequentes, há um predomínio daquelas localizadas no estado de São Paulo. Esse padrão segue a mesma tendência apontada por alguns estudos voltados para a pesquisa no Ensino de Biologia e está atrelado à presença acentuada e histórica de programas de pós-graduação em Ensino de Ciências no estado (Teixeira & Megid Neto, 2006; 2011; 2012).

No estado do Paraná encontram-se as duas universidades mais mencionadas nos artigos analisados, a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) e a Universidade Estadual de Londrina (UEL). A oferta de inúmeros cursos de especialização *lato sensu* e *stricto sensu*, associados aos inúmeros grupos de pesquisa e a extensão na UNIOESTE (Orso, 2011), e a alta concentração de doutores com grande quantidade de grupos de pesquisa nas diferentes áreas do conhecimento na UEL (Caldarelli, 2017), podem justificar a presença dessas duas instituições nas primeiras colocações nos dados da nossa investigação. Tais resultados indicam a presença de centros consolidados de pesquisa na área de Ensino de Genética nessas instituições como, por exemplo, o Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Biologia (GECIBIO) vinculado à UNIOESTE.

Contabilizamos 31 colaboradores, destes, 27 eram pesquisadores distintos, visto que alguns se repetiram, 25 apresentaram uma contribuição, um possuía duas colaborações e um possuía quatro colaborações (Quadro 2). Em relação ao gênero, tivemos 20 mulheres (64,5%) e 11 homens (35,5%), o que reitera a participação significativa das mulheres na área de Ensino Genética no Brasil. Apesar dos estereótipos de gênero, reprodução de machismo e misoginia, diferenças entre percursos de carreira nota-se em corroboração a outros estudos que a participação feminina vem se ampliando ao longo das décadas. Algumas possibilidades de explicação para este fenômeno, podem ser: influência dos movimentos feministas no empoderamento de mulheres e abertura dos espaços de produção, maior presença de mulheres em áreas específicas do conhecimento ou estereotipadas como tradicionalmente femininas (Educação/Ensino), maior incidência de participação feminina em colaborações de autoria, e contingente populacional na sociedade e nas universidades (Melo & Oliveira, 2006; Oliveira, Mello, & Rigolin, 2020).

Esses dados nos mostram ainda que a maioria dos autores publicaram apenas uma vez. Tal resultado corrobora com uma tendência bibliométrica conhecida Lei de Lotka, a qual aponta que muitos pesquisadores contribuem com poucos trabalhos e poucos colaboram com muito (Spinak, 1996).

Em relação aos autores principais mais colaborativos, dois pesquisadores foram identificados. O primeiro, Luís Dourado, com duas colaborações, é um pesquisador português, graduado em Ensino de Biologia e Geologia e um dos motivos que o faz estar entre os autores-pesquisadores mais colaborativos

⁶ Na contagem direta, somente os autores principais tem a suas contribuições contabilizadas, desconsiderando os autores secundários, e na contagem completa, tanto os principais quanto secundários tem a sua contribuição computada (Urbizagastegui, 2008).

para a área em questão se relaciona com seus estudos em manuais escolares portugueses voltados para os organismos geneticamente modificados. Com o total de quatro colaborações de autoria, Maria Eduarda Schneider, brasileira, é graduada em Ciências Biológicas, possui mestrado e doutorado na área de Educação, e dispõe de uma ampla experiência profissional na área de Ensino de Genética, apresentando diversos trabalhos publicados voltados para a Engenharia Genética e Eugenia, temas de grande relevância na subárea.

Quadro 2 - Contagem direta do número de autores por estrato de contribuição no Ensino de Genética.

Nº de contribuição (x)	Nº de autores por estrato de contribuição (y)	Total de artigos (x.y)	% de autores por estrato de contribuição (% y)	% de artigos (% x.y)
1	25	25	92,6%	80,6%
2	1	2	3,7%	6,5%
4	1	4	3,7%	12,9%
Total	27	31	100,0%	100,0%

Fonte: dados da pesquisa.

Além dos autores principais, realizamos uma contagem completa considerando autoria e coautoria. Ao contabilizar esses pesquisadores, observamos 87 colaboradores, desses, 68 são autores distintos, 56 (82,4%) contribuíram com 1 artigo, 9 autores (13,2%) contribuíram com 2 artigos, 2 autores (2,9%) participam da escrita de 4 artigos e um autor (1,5%) participa de 5 artigos diferentes (Quadro 3).

Quadro 3 - Contagem completa (autores + coautores) por estrato de contribuição.

Nº de contribuição (x)	Nº de autores por estrato de contribuição (y)	Total de artigos (x.y)	% de autores por estrato de contribuição (% y)	% de artigos (% x.y)
1	56	56	82,4%	64,4%
2	9	18	13,2%	20,7%
4	2	8	2,9%	9,2%
5	1	5	1,5%	5,7%
Total	68	87	100,0%	100,0%

Fonte: Dados da pesquisa.

Observamos novamente a mesma tendência de publicações, onde muitos pesquisadores contribuem apenas uma vez, fator esse que pode estar relacionado a mudança nos seus interesses de investigação. Esses dados nos remetem novamente a Lei de Lotka, discutida anteriormente. Nesse sentido, os autores-pesquisadores que apresentam menor produtividade exibem uma tendência de queda na produção ao longo dos anos, diferente dos mais produtivos que tendem a ampliar suas publicações, conforme aponta Urbizagastegui (2008). Entretanto, é preciso ressaltar que existem diversos canais de socialização científica e, por conta disso, estudos abrangendo um escopo maior de tipos de produções são fundamentais para visualizar as tendências de autoria-produção na área.

Em relação aos autores mais colaborativos, constatamos que a maioria é graduado em Ciências Biológicas e possui pós-graduação em Educação (Quadro 4). Destes, tivemos 60 mulheres (69%) e 27 homens (31%), o que mostra que as mulheres se destacam dentre os autores-pesquisadores mais colaborativos na área de Ensino de Genética. Este resultado corrobora com uma tendência apresentada por Teixeira e Megid Neto (2012) em relação à preponderância das mulheres entre os pesquisadores que mais produzem trabalhos voltados para a área de Ensino de Biologia no país. Além disso, essa tendência também é observada na área de Ensino de Ciências, conforme indicado por outros estudos métricos recentes (Jesus, 2021; Santos, Jesus, & Silva Junior, 2022).

Quadro 4 - Autores com maiores números de colaborações (autores + coautores) no Ensino de Genética.

Nome do autor	Nº de colaborações	Formação
Fernanda Aparecida Meghioratti	5	Ciências Biológicas/Educação
Eduarda Maria Schneider	4	Ciências Biológicas/Educação
Lourdes Aparecida Della Justina	4	Ciências Biológicas/Educação
Ana Maria de Andrade Caldeira	2	Ciências Biológicas/Agronomia/Educação
Andréa Carla de Souza Góes	2	Ciências Biológicas/ Bioquímica/Biologia
Fernanda Franzolin	2	Ciências Biológicas/Educação
Graça Simões de Carvalho	2	Biologia
Luana de Souza Prochazka	2	Ciências Biológicas/Biodiversidade vegetal e meio ambiente
Luís Dourado	2	Biologia e Geologia/Ensino de Ciências
Luís Matos	2	Ciências Biológicas
Marcos Rodrigues da Silva	2	Filosofia
Maria Julia Corazza	2	Ciências Biológicas/Biologia celular/Genética

Fonte: Dados da pesquisa.

Para o perfil acadêmico dos autores mais colaborativos (Quadro 5), percebemos que a maioria é graduado(a) em Ciências Biológicas, com uma parcela significativa possuindo pós-graduação em Educação. Este resultado é de suma relevância, pois nos mostra que são biólogos(as) preocupados com as questões da área, o que contribui para o processo de consolidação e fortalecimento desse campo de investigação. Além disso, grande parte possui doutorado, realizou estágio pós-doutoral e apresenta mais de vinte anos de atuação profissional. E, ainda, a maioria dos autores possuem experiência em instituições de ensino, sendo essa atuação maior no ensino superior do que na escola básica.

Outro ponto a ser destacado é que, apesar da maioria dos autores-pesquisadores fazerem parte de grupos de pesquisas vinculados ao CNPq, apenas um deles é atualmente bolsista de produtividade. Alguns dos problemas enfrentados pelo CNPq, como a diminuição do número de bolsas e incentivo a pesquisa, conforme aponta Dellagostin (2021), podem justificar o fato de muitos pesquisadores não serem contemplados pelo programa. Apesar disso, é importante ressaltar que, mesmo não assistidos, muitos pesquisadores vêm contribuindo com trabalhos frutos de suas pesquisas.

Além disso, a maior parte desses autores-pesquisadores atuam na área das Ciências Humanas, desenvolvendo pesquisas no campo educacional, possuem livros ou capítulos de livros publicados acerca do Ensino de Genética e participaram de importantes eventos da área, como o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (Enpec) e o Encontro Nacional em Ensino de Biologia (Enebio).

Ademais, apenas cinco autores-pesquisadores participam de corpos editoriais de revistas, sendo eles responsáveis, juntamente com os demais membros de cada equipe, por questões administrativas e referentes à política editorial dos periódicos científicos em que atuam. Uma das explicações para esse fenômeno seria a baixa produtividade na área, conforme identificado anteriormente. Em geral, a participação em um conselho editorial envolve, dentre outras funções, a avaliação crítica dos trabalhos submetidos à revista, como forma de garantir uma maior qualidade no conteúdo das publicações, bem como desempenha um papel fundamental na organização das diferentes perspectivas e experiências que constituem a base ideológica de um periódico (Marchiori, 2001; Aragão, Martins, & Barzotto, 2019)

Os indicadores discutidos nesse tópico nos ajudam a entender um pouco a respeito do perfil acadêmico dos autores-pesquisadores que publicam trabalhos voltados para o Ensino de Genética no Brasil, com base nos periódicos analisados. Assim, além de investigar o perfil dos autores, a realização de uma análise dos conteúdos pode nos ajudar a entender como encontra-se caracterizada a pesquisa na área com base em seus escritos, nos ajudando a identificar possíveis lacunas e a levantar questionamentos. Nesse sentido, pesquisamos: o que a análise dos indicadores de conteúdo pode nos revelar acerca do Ensino de Genética no Brasil?

Quadro 5 - Perfil acadêmico-profissional dos autores mais colaborativos (contagem completa) no Ensino de Genética.

Perfil acadêmico-profissional	Resultado (frequência absoluta)
Décadas da 1ª graduação *	1970 (3); 1980 (1); 1990 (4); 2000 (1); 2010 (2); Dados não identificados (1)
Áreas da última graduação *	Ciências biológicas (8); Pedagogia (1); Filosofia (1); Biologia e Geologia (1); Dados não identificados (1)
Pós-Graduação <i>Stricto Sensu</i>	Sim (11); Dados não identificados (1)
Área do mestrado *	Educação (4); Agronomia (1); Bioquímica (1); Filosofia (1); Ciências biológicas (2); Biologia e Geologia (1); Dados não identificados (2)
Área do doutorado *	Educação (5); Biologia (3); Filosofia (1); Biodiversidade vegetal e meio ambiente (1); Ensino de Ciências (1); Dados não identificados (0)
Estágio pós-doutoral	Sim (6); Não (5); Dados não identificados (1)
Experiência em instituição de ensino	Sim (10); Não (1); Dados não identificados (1)
Experiência em ensino na rede básica	Sim (6); Não (5); Dados não identificados (1)
Experiência em ensino superior	Sim (10); Não (1); Dados não identificados (1)
Participação em Grupos de Pesquisa (CNPq)	Sim (9); Não (3);
Bolsista de produtividade do CNPq	Sim (1); Não (11)
Grandes áreas de atuação informadas no Currículo Lattes*	Ciências humanas (8); Ciências biológicas (3); Ciências sociais (1); Dados não identificados (2)
Áreas de atuação informadas no Lattes*	Educação (9); Biologia geral (2); História (2); Genética (1); Botânica (1); Filosofia (1); Sociologia (1); Dados não identificados (2)
Orientador(a) de doutorado	Sim (9); Não (2); Dados não identificados (1)
Participação no Enpec	Sim (9); Não (1); Dados não identificados (2)
Possui livros ou capítulos publicados sobre EG e/ou BM	Sim (9); Não (2); Dados não identificados (1)
Participação no Enebio	Sim (7); Não (4); Dados não identificados (1)
Participação em corpos editoriais	Sim (5); Não (6); Dados não identificados (1)

*Estão apresentados os dados mais predominantes e acessíveis no Currículo Lattes. Fonte: Dados da pesquisa. Tabela baseada em Jesus e Razera (2019).

Indicadores de conteúdo

Neste item apresentaremos os indicadores de conteúdo, os quais estarão organizados da seguinte forma: (i) árvore de similitude dos resumos; e (ii) análise de conteúdo, que, como refletido anteriormente, de acordo com Franco (2008), consiste em um conjunto de técnicas para descrever, sistematizar e analisar o conteúdo das mensagens para interpretar as comunicações investigadas.

Ao avaliar a árvore de similitude dos resumos presentes nos artigos que focalizam o Ensino de Genética em seus conteúdos (Figura 2), obtidas através do *software* Iramuteq®, encontramos seis halos principais: (i) pesquisas voltadas para análise de livros didáticos, (ii) discussões direcionadas para o processo de ensino-aprendizagem acerca de conceitos biológicos no ensino médio, (iii) análise do discurso de professores, (iv) preocupação em apresentar a Ciência como resultado de um processo de construção histórica, (v) análise das relações utilizadas pelos alunos dentro da sala de aula e (vi) o estudo da Genética pelos estudantes, considerando os conteúdos científicos voltados para os organismos geneticamente modificados.

No geral, as palavras mais frequentes presentes nos halos da árvore de similitude indicam termos recorrentes nas pesquisas voltadas para a subárea Ensino de Genética. Tais termos indicam, ainda, tendências nas investigações realizadas pelos pesquisadores acerca da temática.

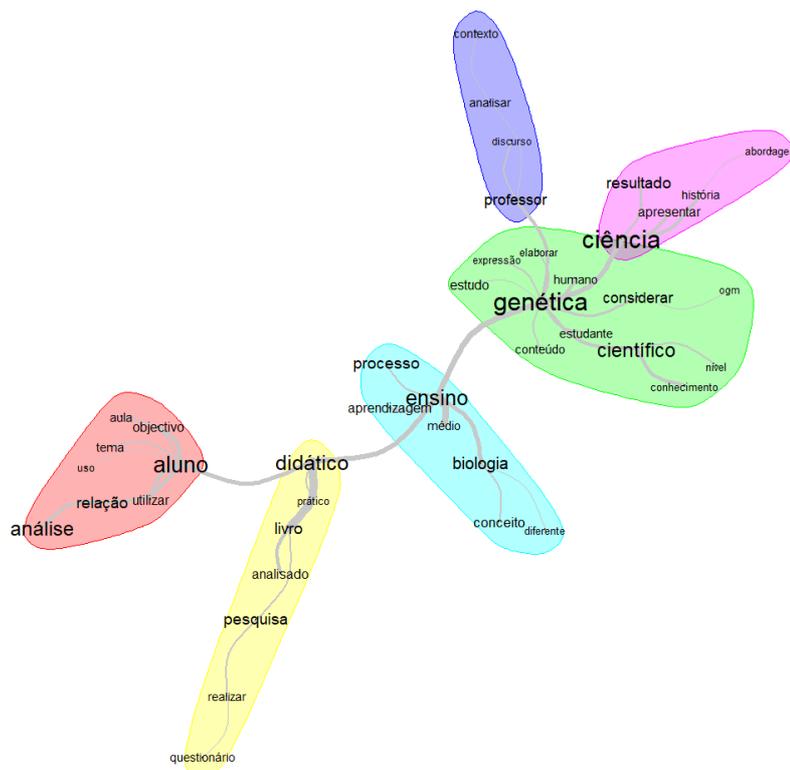


Figura 2 - Árvore de similitude dos resumos dos artigos. Fonte: Dados da pesquisa.

Com base na leitura e exploração dos artigos analisados, elencamos as seguintes categorias oriundas dos focos temáticos: Natureza da Ciência/História e Filosofia da Ciência, formação de conceitos, linguagem/argumentação, materiais didáticos, divulgação científica, livros didáticos, formação de professores, questões éticas, Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e propostas curriculares. É importante ressaltar que alguns artigos adentraram em mais de uma categoria. Para identificação, nomeamos os artigos com as iniciais equivalentes aos nomes dos periódicos estudados (Quadro 6).

Quadro 6 - Identificação dos artigos utilizados na análise de conteúdo.

Artigo	Código
Silva, A. A., & Justina, L. A. D. (2018). História da ciência em livros didáticos de biologia: Os conceitos de genótipo e fenótipo. <i>Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia</i> , 11(1), 333-357.	A1
Miceli, B. S., & Rocha, M. B. (2019). Análise de textos de divulgação científica sobre genética inseridos em livros didáticos de biologia. <i>Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia</i> , 12(2), 121-138.	A2
Schneider, E. M., Corazza, M. J., & Carvalho, G. S. (2019). Construção e validação de um questionário para análise de concepções sobre engenharia genética e a Idealização do “melhoramento” humano. <i>Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia</i> , 12(2), 139-163.	A3
Carvalho, J. C. Q., Couto, S. G., & Bossolan, N. R. S. (2012). Algumas concepções de alunos do ensino médio a respeito das proteínas. <i>Ciência & Educação</i> , 18(4), 897-912.	Ce4
Cardoso-silva, C. B., & Oliveira, A. C. (2013). Como os livros didáticos de biologia abordam as diferentes formas de estimar a biodiversidade?. <i>Ciência & Educação</i> , 19(1), 169-180.	Ce5
Silva, M. R., Passos, M. M., & Boas, A. V. (2013). A história da dupla hélice do DNA nos livros didáticos: suas potencialidades e uma proposta de diálogo. <i>Ciência & Educação</i> , 19(3), 599-616.	Ce6
Dourado, L., & Matos, L. (2014). A problemática dos organismos geneticamente modificados e a formação científica do cidadão comum: um estudo com alunos de escolas portuguesas. <i>Ciência & Educação</i> , 20(2), 279-296.	Ce7
Góes, A. C. S., & Oliveira, B. V. X. (2014). Projeto genoma humano: um retrato da construção do conhecimento científico sob a ótica da revista <i>Ciência Hoje</i> . <i>Ciência & Educação</i> , 20(3), 561-577.	Ce8
Dourado, L., & Matos, L. (2014). A problemática dos organismos geneticamente modificados e a formação científica do cidadão comum: um estudo com manuais escolares de Ciências Naturais do 9º ano adotados em Portugal. <i>Ciência & Educação</i> , 20(4), 833-852.	Ce9
Santos, F. D., Silva, A. F. G., & Franco, F. F. (2015). 110 anos após a hipótese de Sutton-Boveri: a teoria cromossômica da herança é compreendida pelos estudantes brasileiros?. <i>Ciência & Educação</i> , 21(4), 977-989.	Ce10
Schneider, E. M., & Meghioratti, F. P. Corazza, M. J. (2016). Discursos de professores em formação continuada acerca da relação entre a manipulação genética e a possibilidade de melhoramento em humanos. <i>Ciência & Educação</i> , 22(3), 597-613.	Ce11

Artigo	Código
Silva, C. C., & Kalhil, J. B. (2017). A aprendizagem de genética à luz da teoria fundamentada: um ensaio preliminar. <i>Ciência & Educação</i> , 23(1), 125-140.	Ce12
Prochazka, L. S., & Franzolin, F. (2018). A genética humana nos livros didáticos brasileiros e o determinismo genético. <i>Ciência & Educação</i> , 24(1), 111-124.	Ce13
Justina, L. A. D., Meglhoratti, F. P., & Caldeira, A. M. A. (2012). A (re)construção de conceitos biológicos na formação inicial de professores e proposição de um modelo explicativo para a relação genótipo e fenótipo. <i>Revista Ensaio</i> , 14(3), 65-84, 2012.	E14
Freitas, C. A. (2013). O papel do professor na escolarização dos saberes: produção e reprodução de discursos sobre a genética mendeliana. <i>Revista Ensaio</i> , 15(3), 97-112.	E15
Badzinski, C., & Hermel, E. E. S. (2015). A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de biologia. <i>Revista Ensaio</i> , 17(2), 434-454.	E16
Prego, N. A., & Puig, B. (2016). Modelizar la expresión de los genes para el aprendizaje de enfermedades genéticas en secundaria. <i>Revista Ensaio</i> , 18(1), 65-84.	E17
Schneider, E. M., Meglhoratti, F. P., & Soares, A. S. F. (2017). Reflexões de um grupo de professores acerca do melhoramento genético humano a partir de discussões de textos de divulgação científica. <i>Revista Ensaio</i> , 19(1), 1-24.	E18
Schneider, E. M., Justina, L. A. D., Andrade, M. A. B. S., Oliveira, T. B., Caldeira, A. M. A., & Meglhoratti, F. P. (2011). Conceitos de gene: construção histórico-epistemológica e percepções de professores do ensino superior. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 16(2), 201-222.	I19
Rosa, R. T. N., & Loreto, E. L. S. (2013). Análise, através de mapas conceituais, da compreensão de alunos do ensino médio sobre a relação DNA-RNA-proteínas após o acesso ao Genbank. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 18(2), 385-405.	I20
Escodino, D. A., & Goes, A. C. S. (2013). Alfabetização científica e aprendizagem significativa: situação de alunos de escolas estaduais do rio de janeiro com relação a conceitos de Biologia molecular. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 18(3), 563-579.	I21
Mateu, M., & Moreira, M. A. (2014). Cuando las canciones hablan de genética: las representaciones sociales y su impacto en el aprendizaje de la ciencia. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 19(3), 565-576.	I22
Orofino, R. P., & Trivelato, S. L. F. (2015). O uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de biologia. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 20(3), 116-130.	I23
Ortiz, E., & Silva, M. R. (2016). O uso de abordagens da história da ciência no ensino de biologia: uma proposta para trabalhar a participação da cientista Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice do DNA. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 21(1), 106 - 123.	I24
Pereira, S. S., Cunha, J. S., & Lima, E. M. (2020). Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de genética. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 25(1), 41-59.	I25
Franzolin, F., Prochazka, L. S., Pietri, A. P. Z., & Carvalho, G. S. (2020). Complexidade genética e a expressão da cor da pele, cor dos olhos e estatura humana: transposição didática. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 25(1), 239-261.	I26
Cestaro, D. C., Kleinki, M. U., & Alle, L. F. (2020). Uma análise do desempenho dos participantes e do conteúdo abordado em itens de genética e biologia evolutiva do exame nacional do ensino médio (ENEM): implicações curriculares. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , 25(3), 503-536.	I27
Sousa, A. C., Muxfeldt, A. K., Justina, L. A. D., & Meglhoratti, F. A. (2014). A presença do tema eugenia em uma revista de divulgação científica no período de 1990 a 2009. <i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i> , 14(1), 31-53.	R28
Silva, H.C., Ramos, M. B., Maidame, G. F., & Pessoa, T. C. C. (2015). Efeito-leitor de ciência: a textualização e circulação da ciência em folders sobre transgênicos. <i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i> , 15(1), 219-232.	R29
Andrade, J. A. P., Becker, M. L. R., & Burnham, T. F. (2016). A tomada de consciência da relação entre organismos transgênicos e organismos geneticamente modificados: aprendizagem significativa entre estudantes de uma universidade pública no sudoeste da Bahia. <i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i> , 16(1), 187-214.	R30
Lima, M. B., Neto, R. S., & Struchiner, M. (2018). Narrativa de design sobre a integração de questões sociocientíficas no ensino de genética: desenvolvimento e implementação do modelo e-CRIA. <i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i> , 18(2), 609-640.	R31

Fonte: Dados da pesquisa.

Dentre as categorias mais proeminentes, encontram-se os trabalhos voltados para a formação de conceitos, com 17 artigos (A3, Ce4, Ce7, Ce8, Ce10, Ce11, Ce12, E14, E17, I19, I20, I21, I22, I25, I26, I27, R30), formação de professores, 9 artigos (Ce8, Ce11, E15, E18, I19, I26, R28, R30, R31) e análise de livros didáticos, 10 artigos (A1, A2, Ce5, Ce6, Ce9, Ce10, Ce3, E13, E16, I26).

Em formação de professores, parte dos trabalhos (Ce11, E15, E18, I19, R31) apresentam um enfoque orgânico, ou seja, enfatizam de fato a referida temática. Entretanto, outros demonstram uma abordagem mais superficial (Ce8, I26, R28, R30) por não discutirem diretamente a temática, e ainda, pontual (I27), ao mencionarem apenas duas vezes o termo, sem aprofundamento teórico. No âmbito desses textos encontramos argumentações relacionadas tanto aos professores, por se tratarem de conteúdos relativamente novos e que, na maioria das vezes, não são abordados durante sua formação acadêmica, quanto pelos alunos, por serem abstratos e de difícil compreensão (Silva & Kalhil, 2017).

Nas categorias Natureza da Ciência/História e Filosofia da Ciência (A1, Ce6, Ce8, I19, I24); Questões Éticas (Ce7, Ce9, Ce11, E18, R28); e, Ciência, Tecnologia e Sociedade (Ce8, Ce9, Ce11, I23, R31) encontramos 5 artigos cada. Em Divulgação Científica, quatro artigos foram localizados (A2, Ce8, E18, R28), dado esse que reflete a falta de atualizações presentes no Ensino de Genética, o qual é geralmente reduzido a abordagens mendelianas. Nesse sentido, conforme salienta Miceli e Rocha (2019), a divulgação científica se configura como uma importante ferramenta capaz de aproximar o conhecimento científico do aluno, tendo o potencial para estimular reflexões acerca de como a Ciência se relaciona com diferentes esferas, sendo elas: éticas, políticas, sociais e econômicas.

Dentro da categoria que focaliza as questões relativas à tríade CTS, encontramos alguns trabalhos (Ce9, Ce8) que trazem apenas de forma superficial os pressupostos teóricos dessa abordagem. Assim como em Questões Éticas, onde encontram-se artigos com enfoque tanto superficial (Ce7) quanto pontual (Ce9), os quais não se aprofundam verdadeiramente na temática, mas trazem elementos para reflexão nessa interface, com temas voltados geralmente para a manipulação gênica.

Nossos resultados corroboram com Pereira, Silva e Zanetti (2011) quando apontam a reduzida produção acadêmica voltada para a História e Filosofia das Ciências, bem como para a problematização referente às questões CTS no Ensino de Genética. Tais considerações são essenciais quando pensamos na formação de professores e dos estudantes, pois a compreensão a respeito da Natureza da Ciência desvinculada de visões simplistas, reducionistas e positivistas são essenciais para fomentar o aprendizado e a formação crítica.

Na mesma perspectiva, Melo e Carmo (2009) também salientam que as pesquisas voltadas para o histórico da Ciência encontram-se publicadas em baixas quantidades e, ainda, chamam atenção para a escassez de trabalhos voltados para as propostas curriculares. Em nossos dados apenas uma pesquisa aborda superficialmente essa temática (I27), uma vez que são incentivadas meras reflexões acerca do currículo escolar de Ciências e Biologia. Apesar dos mesmos autores destacarem a reduzida produção referente à análise de livros didáticos, para o recorte temporal estabelecido nesse trabalho (2011-2020), percebemos uma maior preocupação em investigar a utilização dos conceitos, imagens e demais elementos nesse recurso didático, conforme evidenciado por Pereira, Silva e Zanetti (2011).

Em contrapartida, evidenciamos algumas categorias menos expressivas, sendo elas: materiais didáticos (E17, R28, R31) e linguagem/argumentação (E15, I23, R29), com três artigos cada. Esse dado nos chama atenção, uma vez que a análise da argumentação desenvolvida por alunos em aulas de Ciências pode revelar como os estudantes lidam com o conhecimento científico, bem como raciocinam, comunicam e justificam suas ideias (Sampson & Clark, 2008). E, ainda, é importante refletir sobre a linguagem utilizada pelo professor ao abordar temas dessa natureza e complexidade. Além disso, a escassez de trabalhos focalizando os materiais didáticos reforçam o distanciamento dos conteúdos da Genética com realidade dos alunos, uma vez que Krasilchik (2004) destaca que esses recursos tornam o ensino menos abstrato, propiciando maior interação com os temas abordados.

Os indicadores de conteúdo revelaram, com base nos artigos publicados dos periódicos analisados, algumas das principais tendências de produção e possíveis lacunas nas pesquisas em Ensino de Genética, tais como: Ensino de Genética e inclusão, avaliação, avanços científicos mais recentes, discussões de gênero na Ciência/Genética, dentre outras. É importante ressaltar que não esgotamos as discussões neste tópico, podendo ser realizadas outras inferências que vão além das apresentadas.

Indicadores de referências

Neste item, apresentaremos os resultados dos indicadores de referências. Esses dados estão organizados da seguinte forma: (i) total de referências, (ii) idiomas, (iii) tipos de materiais bibliográficos mais referenciados, (iv) autores-referência mais mencionados e (v) obras mais frequentes.

Foram computadas, no total, 1.055 referências distribuídas nos artigos analisados. Houve com maior ocorrência obras em português (750), seguidas pelos trabalhos em inglês (261), espanhol (40) e francês (4). E, embora tenhamos evidenciado a predominância das obras escritas na língua portuguesa, dado esse que se justifica pelo fato de serem periódicos brasileiros, Garrido e Rodrigues (2005) chamam a atenção para a baixa difusão desse idioma na comunidade científica internacional.

Diferente do português, a língua inglesa é o idioma de maior difusão científica no mundo. Segundo Pitrez (2009), esse idioma é amplamente utilizado pelos pesquisadores da área das ciências biológicas, assim como da saúde, por conta do seu poder de disseminação na comunidade internacional. Entretanto, para alguns autores, essa língua se instituiu como uma barreira na divulgação da produção científica para

muitos pesquisadores da América Latina (Garrido & Rodrigues, 2005; Pitrez, 2009). Por conta disso, salientam a importância dos pesquisadores latinos publicarem, igualmente, em outros idiomas, preferencialmente o inglês, como uma alternativa para ampliar o alcance das suas pesquisas a nível internacional.

A relação dos tipos de produção mais referenciados pode ser observada abaixo (Tabela 4). Notamos que houve uma predominância de periódicos (48,5%) e livros (24,7%). Observamos também que a quantidade de periódicos superou a quantidade de livros referenciados na maioria dos anos analisados, com exceção de 2013, ano em que os valores foram coincidentes.

Tabela 4 - Tipos de produção bibliográfica referenciadas nos artigos consultados.

Ano de publicação dos artigos	P	L	C	A	G	D	T	O	Total
2011	2	7	2	3	0	2	0	0	36
2012	3	18	8	1	2	1	3	1	57
2013	8	58	3	7	6	2	3	3	140
2014	6	30	10	3	3	6	3	4	125
2015	7	19	6	7	4	3	2	0	118
2016	8	37	12	8	5	14	7	5	136
2017	5	23	2	3	4	2	5	2	66
2018	7	25	13	11	3	4	4	0	127
2019	3	20	1	2	2	3	3	0	74
2020	3	24	4	21	28	9	1	6	176
Total (n)	12	261	61	66	57	46	31	21	1055
Total (%)	8,5%	24,7%	5,8%	6,2%	5,4%	4,4%	3%	2%	100%

Legendas: P (Periódico), L (Livro), C (Capítulo de livro), A (Anais de eventos), G (Documentos governamentais), D (Dissertações), T (Teses), O (Outros materiais bibliográficos). Fonte: Dados de pesquisa. Classificação baseada em Spinak (1996) e Maz, Torralbo, Vallejo, Fernández-Cano e Rico (2009).

O gráfico 3 representa a evolução dos documentos referenciados com o passar dos anos. Observamos que a quantidade de referências utilizadas aumentou ao passar do tempo, fato esse que está diretamente relacionado ao aumento do número de publicações. Percebemos, igualmente, que a quantidade de periódicos referenciados aumentou significativamente, diferente dos livros que, apesar de apresentar altos picos de consultas, a partir do ano de 2016 demonstrou quedas consideráveis.

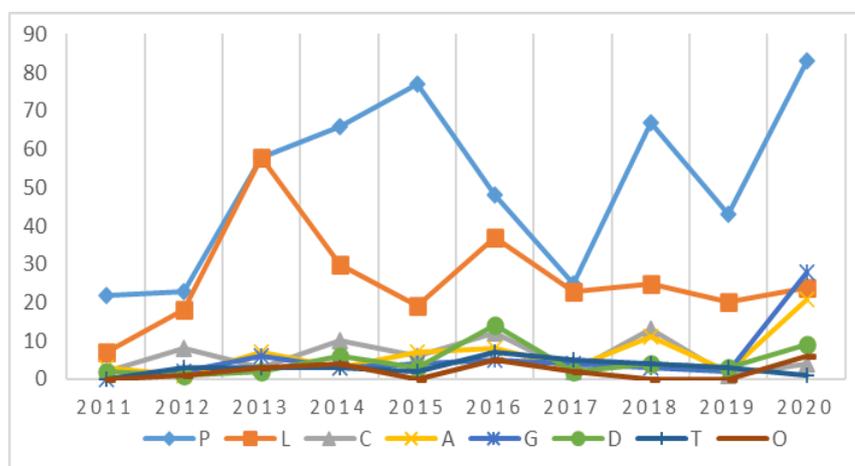


Gráfico 3 - Evolução diacrônica dos documentos referenciados. Fonte: Dados de pesquisa. Classificação baseada em Spinak (1996) e Maz et al. (2009). Legendas: P (Periódico), L (Livro), C (Capítulo de livro), A (Anais de eventos), G (Documentos governamentais), D (Dissertações), T (Teses), O (Outros materiais bibliográficos).

Esses resultados nos mostram que, embora os livros sejam considerados importantes fontes bibliográficas, no qual o conhecimento científico é abordado de forma aprofundada e detalhada, visando minimizar informações superficiais acerca de determinado tema (Razera, Matos, & Bastos, 2019), os periódicos passaram a ser consultados com maior frequência nos últimos anos. Este fato pode ser explicado porque, atualmente, as revistas são consideradas um dos veículos de comunicação mais utilizados pela comunidade científica. Elas se configuram como canais que garantem uma maior periodicidade de informações reunidas em textos curtos e objetivos, que reúnem visões de diversos autores sobre o tema em questão (Brito & Lima, 2015).

Avaliando os autores-referências mais mencionados nos artigos analisados (Quadro 7), notamos que Brasil (documentos governamentais) são os mais referenciados, dentre eles: Parâmetros Nacionais Curriculares (PNCs) (MEC, 2000a) e Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (MEC, 2000b). Gonsalves e Razera (2021) discutem que a presença crescente e constante de documentos governamentais em referências e citações tem demonstrado constância como fonte bibliográfica. Ademais, apontam ainda que, embora não sejam documentos de cunho teórico, há casos específicos em que são usados como tal por parte de alguns pesquisadores.

Seguido dos Documentos Governamentais, encontramos diversos autores conhecidos por suas produções na área de Ensino de Genética, em território nacional (Nélio Bizzo, Neusa Sheid, Vanessa Pedrancini, Fernanda Franzolin e Márcia Xavier) e internacional (Anthony Griffiths, Jenny Lewis e Jérémy Castera). Grande parte dos autores-referência tem como área de formação as Ciências Biológicas, além de produzirem e publicarem diversos artigos, livros e capítulos de livros ligados à referida temática nas mais diversas linhas de pesquisas, tais como: análise de livros didáticos, currículo e ensino-aprendizagem. Inclusive, Anthony J. F. Griffiths, um dos pesquisadores mais influentes na área da Genética, é um dos autores de livros relevantes como “Introdução a Genética” que é utilizado recorrentemente no ensino superior.

Destacam-se também autores de outras áreas do conhecimento. O professor e pesquisador Marco Antônio Moreira exibe ampla experiência na área da pesquisa em Ensino de Ciências, especialmente a Física, dedicando-se também às teorias de aprendizagem, com foco na Teoria da Aprendizagem Significativa. Lilian Denise Mai é graduada em enfermagem e possui pós-graduação em Educação, é integrante do Grupo de Estudos e Pesquisas em Higienismo e Eugenismo, desenvolvendo pesquisas voltadas para a Eugenia. E a pedagoga portuguesa Carla Silva, apresenta diversos artigos publicados em Atas e periódicos científicos, alguns deles voltados para a análise de doenças genéticas e determinismo genético em manuais escolares portugueses e franceses.

Quadro 7- Autores-referência mais mencionados nas listas de referências dos artigos analisados.

Ordem	Autor	Área de formação	Menções
1	BRASIL (documentos governamentais)	-	42
2	BIZZO, N. M. V.	Ciências Biológicas/Educação	13
3	SCHEID, N. M. J.	Ciências Biológicas/Educação	9
4	PEDRANCINI, V. D	Ciências Biológicas/Educação	9
5	BARDIN, L.	Psicologia	8
6	MAI, L. D.	Enfermagem e obstetrícia/Educação/Enfermagem	7
7	SILVA, C.	Pedagogia/ Tecnologias da Informação e Comunicação	7
8	CASTÉRA, J.	Ciências Biológicas/Ensino de Ciências	6
9	FRANZOLIN, F.	Pedagogia/Ciências Biológicas/Educação	6
10	GRIFFITHS, A. J. F.	Ciências Biológicas/Genética	6
11	LEWIS, J.	Ciências Biológicas/ Genética e desenvolvimento	6
12	MOREIRA, M. A.	Físico /Ensino de Ciências	6
13	XAVIER, M. C. F.	Ciências Biológicas/Biociências e saúde	6

Fonte: Dados da pesquisa.

Observamos ainda que, além das mulheres estarem entre os autores-pesquisadores mais colaborativos, nesse conjunto elas se destacam também entre os mais referenciados. Estudos anteriores (Jesus, 2021; Santos, Jesus &, Silva Junior, 2022), ao analisarem as referências dos artigos publicados em periódicos da área de Ensino de Ciências, mostraram que, embora as mulheres estejam entre as mais colaborativas, não figuram nas listas das mais referenciadas. Portanto, esse resultado é bastante relevante, uma vez que apesar de alguns estudos (Rigolin, Hayashi, & Hayashi, 2013; Ibarra, Ramos, & Oliveira, 2021) apontarem que as mulheres não recebem o devido reconhecimento acerca das suas pesquisas, no contexto dessa investigação, evidenciamos que para a subárea de Ensino de Genética, há indícios de mudanças positivas nesse cenário.

Tal realidade é observada quando identificamos dentre as pesquisadoras mais referenciadas Fernanda Franzolin, igualmente, uma das autoras mais colaborativas mencionadas anteriormente no indicador de autoria-produção. Este reconhecimento advém da sua vasta experiência na área de Ensino Biologia e Genética, a qual se dedicou, durante a sua formação, a análise de livros didáticos de Ciências e Biologia, bem como à discussão a respeito de tópicos curriculares para o Ensino de Genética. A autora, além de ser revisora do periódico *Genética na Escola*, possui ainda inúmeros trabalhos publicados voltados para a área. Ademais, esse é um importante destaque, pois não é comum observar nas pesquisas bibliométricas que os autores-pesquisadores mais colaborativos figurem entre os mais mencionados como autores-referência (Razera, 2016), com exceção de professor Marco Antonio Moreira em artigos que destacam a Aprendizagem Significativa em seus conteúdos (Jesus, 2021).

Ao analisarmos as obras mais frequentes (Quadro 8), observamos que parte destes trabalhos tem a Genética como tema central de suas discussões, além de abordarem questões voltadas para o estudo de concepções de alunos, análises de livros didáticos e História da Ciência.

No trabalho intitulado "Ensino e aprendizagem da Biologia no ensino médio e a aplicação do conhecimento científico e biotecnológico", Pedrancini, Corazza-Nunes, Galuch, Moreira e Ribeiro (2007) realizam um levantamento das percepções dos alunos acerca dos conceitos e fenômenos biológicos, bem como sobre os organismos geneticamente modificados. Com isso, os autores identificaram ideias equivocadas a respeito dos conhecimentos científicos e a influência midiática nas percepções dos estudantes. Já no artigo "A nova (moderna) Biologia e a Genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio", os autores, visando analisar o padrão de atualização dos livros didáticos utilizando a Biologia e a Genética como parâmetros, evidenciaram textos defasados, uma vez que o ensino não acompanha as constantes atualizações enfrentadas tanto no campo conceitual quanto tecnológico na área (Barros, 2020). Na obra "Eugenia: quando a Biologia faz falta ao cidadão", Bizzo (1995) apresenta um breve histórico acerca das pregações eugênicas, discutindo o contexto em que as ideias de "melhoramento da raça" se difundiram. E, embora o trabalho "O livro didático de Ciências: problemas e soluções" (Fracalanza & Megid

Neto, 2003) não se relacione diretamente com o Ensino de Genética, reflexões são apresentadas acerca do livro didático para o Ensino de Ciências no Brasil.

Quadro 8 - Obras mais frequentes na lista de referências.

Ordem	Obras	Frequência (n)
1	Bardin, L. <i>Análise de conteúdo</i> . Lisboa, Portugal: Edições 70.	8
2	MEC - Ministério da Educação. (2000b). <i>Parâmetros curriculares nacionais (ensino médio): Parte III - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias</i> . Brasília, DF: MEC	8
3	Pedrancini, V. D.; Corazza-Nunes, M. J., Galuch, M. T. B., Moreira, A. L. O. R., & Ribeiro, A. C. (2007). Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. <i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> , 6(2), 299-309.	7
4	Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Carroll, S. B., & Doebley, J. (2002). <i>Introdução à Genética</i> . Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.	6
5	Fracalanza, H., & Megid Neto, J. (2003). O livro didático de ciências: problemas e soluções. <i>Ciência & Educação</i> , 9(2), 147-157.	6
6	Xavier, M. C. F., Freire, A. S., & Moraes, M. O. (2006). A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. <i>Ciência & Educação</i> , 12(3), 275-289.	5
7	Bizzo, N. (1995). Eugenia: quando a biologia faz falta ao cidadão. <i>Cadernos de Pesquisa</i> , 92, 38-52.	5
8	MEC - Ministério da Educação. (2000a). <i>Parâmetros curriculares nacionais (ensino médio)</i> . Brasília, DF.	5

Fonte: Dados da pesquisa.

Além disso, na lista dos mais citados figura uma autora (Laurence Bardin) que discorre acerca de metodologias da pesquisa na linha qualitativa. Este dado nos faz inferir que a maioria dos trabalhos voltados para o Ensino de Genética, publicados pelos periódicos estudados, são dessa natureza. Nessa perspectiva, este resultado corrobora com Teixeira e Megid Neto (2012) quando discutem que, a partir de meados da década 1980 e início dos anos 1990, as abordagens qualitativas se tornaram recorrentes na pesquisa educacional brasileira, assim como na área de Ensino de Ciências.

Ademais, verificamos alto índice de citações aos PCNs (MEC, 2000a), bem como para o PCN da área em específico (Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias) (MEC, 2000b). Entretanto, há uma possibilidade das menções a esses documentos ocorrerem de forma incorreta, conforme aponta uma tendência observada em estudos anteriores (Gonçalves & Razera, 2021; Jesus, 2021). Além disso, não é evidente como as pesquisas que destacam o Ensino de Genética tem apresentado os novos documentos governamentais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (MEC, 2018).

Nessa sessão, os indicadores discutidos exibem as tendências das publicações no Ensino de Genética no Brasil, baseados nos periódicos de Ensino de Ciências analisados. Esses resultados possibilitaram reflexões acerca das pesquisas desenvolvidas na área. Entretanto, é importante ressaltar que não esgotamos as discussões de dados, sendo possível realizar novas inferências que transcendem o que fora discutido nesse trabalho, como por exemplo, análise de citações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do presente estudo, que teve como objetivo analisar metricamente o perfil da produção científica relacionada à subárea “Ensino de Genética” nos periódicos de Ensino de Ciências do Brasil (2011-2020), evidenciamos alguns indicativos. Estes, por sua vez, nos levaram a refletir acerca de algumas tendências na área brasileira de Ensino de Ciências, em artigos que focalizam o Ensino de Genética em seus conteúdos.

Baseado nos indicadores da nossa pesquisa, percebemos os seguintes aspectos: (i) tendência de decréscimo na produção científica referente ao Ensino de Genética, (ii) predomínio de instituições no eixo Sul-Sudeste, (iii) preponderância feminina entre os autores-pesquisadores mais colaborativos e citados, (iv) biólogos investigando questões relacionadas ao processo ensino-aprendizagem na área, (v) categorias negligenciadas, tais como: História da Ciência, propostas curriculares, Ensino de Genética e inclusão, avaliação, discussões de gênero, dentre outros, (vi) predominância de periódicos e documentos governamentais entre os materiais bibliográficos mais referenciados e (vii) recorrência de metodologias de pesquisa na linha qualitativa, com destaque para análise de conteúdo.

Frente às reflexões levantadas, concluímos que, de forma geral, as pesquisas em Ensino de Genética são incipientes, o que faz necessário um maior número de investigações na área, uma vez que são inúmeros os problemas encontrados, principalmente aqueles voltados para o processo de ensino-aprendizagem. E, levando em consideração os constantes avanços, tanto no campo conceitual quanto tecnológico, entendemos que as lacunas evidenciadas nesse trabalho, com ênfase nas categorias levantadas, podem mascarar fragilidades presentes nesse processo, como por exemplo, a forma com que os avanços científicos mais recentes na área estão sendo abordados na educação básica e os eventuais erros conceituais apresentados. Portanto, esperamos com esse trabalho proporcionar direcionamentos para futuras investigações.

REFERÊNCIAS

- Aragão, I. R. B. N., Martins, G. A., & Barzotto, V. H. (2019). O poder do periódico científico na construção da representação de pesquisa científica. *Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade*, 13(1), 29-45. <https://dx.doi.org/10.17524/repec.v13i1.2071>
- Araújo, C. A. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em Questão*, 12(1), 11-32. Recuperado de <https://seer.ufrgs.br/index.php/EmQuestao/article/view/16>.
- Araújo, R. F., & Alvarenga, L. (2011). A bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007. *Encontros Bibli: Revista eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da informação*, 16(31), 51-70. <https://dx.doi.org/10.5007/15182924.2011v16n31p51>
- Barros, C. T. B. (2020). *Análise cienciométrica do ensino de genética ao redor do mundo*. (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR. Recuperado de <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25236>
- Bizzo, N. (1995). Eugenia: quando a biologia faz falta ao cidadão. *Cadernos de Pesquisa*, 92, 38-52. Recuperado de <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/857/864>
- Brito, G. N., & Lima, I. F. (2015). Periódicos científicos como fonte de Informação: um estudo na Informação & Sociedade e na Bilibonline. *Folha de Rostto: Revista de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 1(2), 49-60. Recuperado de <https://periodicos.ufca.edu.br/ojs/index.php/folhaderostto/article/view/42/55>
- Caldarelli, C. E., Perdigão, C., Câmara, M. R. G., Santos, J. P. A., & Souza, S. C. I. (2014). Análise de indicadores de produção científica e geração de conhecimento nas universidades estaduais paranaenses. *Teoria e Evidência Econômica*, 20(43), 313-336. <http://dx.doi.org/10.5335/rtee.v20i43.4595>
- Camargo, S. S., Infante-Malachias, M. E., & Amabis, J. M. (2007). O ensino de biologia molecular em faculdades e escolas médias de São Paulo. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, 1, A1-A14. <http://dx.doi.org/10.16923/reb.v5i1.28>
- Dellagostin, O. A. (2021). Análise do fomento à pesquisa no país e a contribuição das agências federais e estaduais. *Revista Inovação e Desenvolvimento*, 2(6), 6-12. Recuperado de <https://revistainovacao.facepe.br/index.php/revistaFacepe/article/view/62/76>
- Fracalanza, H., & Megid Neto, J. (2003). O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, 9(2), 147-157. <https://dx.doi.org/10.1590/S151673132003000200001>
- Franco, M. L. P. B. (2008). *Análise de conteúdo* (3a ed). Brasília: Liber Livros Editora.
- Garrido, R. G., & Rodrigues, F. S. (2005). Os rumos da ciência brasileira sob a ótica dos índices cienciométricos. *Revista do Biomédico*, 66(1), p. 20. Recuperado de http://crbm1.gov.br/bio66/artigocien_66.asp

- Gonsalves, T. N., & Razera, J. C. C. (2021). Os documentos governamentais brasileiros nas listas de referências de artigos sobre formação de professores na área de educação em ciências: uma análise das citações. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 14(2), 83-109. <https://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2021.e74115>
- Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Carroll, S. B., & Doebley, J. (2016). *Introdução à genética* (11a ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Hayashi, M. C. P. I. (2013). Afinidades eletivas entre a ciétiometria e os estudos sociais da ciência. *Filosofia e Educação (Online)*, 5(2), 57-88. <https://dx.doi.org/10.20396/rfe.v5i2.8635395>
- Ibarra, A. C. R., Ramos, N. B., & Oliveira, M. Z. (2021). Desafios das mulheres na carreira científica no Brasil: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*, 22(1), 17-28. <http://dx.doi.org/10.26707/1984-7270/2021v22n102>
- Jesus, A. M. P. (2021) *A aprendizagem significativa em artigos da área brasileira de educação em ciências: um estudo métrico*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, BA. Recuperado de <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecfp/wp-content/uploads/2022/02/Ala%C3%A9rcio.Disserta%C3%A7%C3%A3o.vers%C3%A3ofinal-2.pdf>
- Jesus, A. M. P., & Razera, J. C. C. (2019). Aprendizagem significativa em revista: um perfil métrico (2011–2018). In *Anais do IX Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa*. Sorocaba, São Paulo, SP. Recuperado de https://13135bb0-bffe-07b1-7301-28b9db8bbdfb.filesusr.com/ugd/75b99d_d3f0d66470b145df8410d45de038d94a.pdf.
- Krasilchik, M. (2004). *Prática do ensino de biologia* (4a ed.). São Paulo, SP: Edusp.
- Macias-Chapula, C. A. (1998). O papel da informetria e da ciétiometria e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da Informação*, 27(2), 134-140. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-19651998000200005>
- Maia, I. (2023). O benefício de prestação continuada no cenário de austeridade: tentativas de desmantelamento nos governos Temer e Bolsonaro. In Gomide, A. A., Silva, M. M. S., & M. A. Leopoldi, (2023). *Desmonte e reconfiguração de políticas públicas (2016-2022)* (pp. 99-122). Brasília, DF: IPEA, INCT/PPED. <http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-049-3>
- Marchiori, E. (2001). O papel do Corpo Editorial. *Radiologia Brasileira*, 34(4), V. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-39842001000400001>
- Marin, G. R. B., & Vinholi Júnior, A. J. (2020). Produção científica sobre o ensino de genética no brasil: uma análise de teses e dissertações (2004-2019). *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, 7(2), 922–944. Recuperado de <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/3323>
- Mayer, E. (1998). *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília, DF: Universidade de Brasília.
- Maz, A., Torralbo, M., Vallejo, M., Fernández-Cano, A., & Rico, L. (2009). La educación matemática en la revista Enseñanza de las Ciencias: 1983-2006. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), 185-194. Recuperado de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/132236>.
- MEC - Ministério da Educação. (2000a). *Parâmetros curriculares nacionais (ensino médio)*. Brasília, DF: MEC. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/bleqais.pdf>
- MEC - Ministério da Educação. (2000b). *Parâmetros curriculares nacionais (ensino médio): Parte III - ciéncias da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília, DF: MEC. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>
- MEC – Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC. Recuperado de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf
- Melo, H. P. D., & Oliveira, A. B. (2006). A produção científica brasileira no feminino. *Cadernos Pagu*, 27, 301-331. <https://dx.doi.org/10.1590/S0104-83332006000200012>
- Melo, J. R., & Carmo, E. M. (2009). Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 15(3), 593-611. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132009000300009>

- Miceli, B. S., & Rocha, M. B. (2019). Análise de textos de divulgação científica sobre genética inseridos em livros didáticos de biologia. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 12(2), 121-138. <https://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2019v12n2p121>
- Montalvão Neto, A. L., Miguel, K., & Giraldo, P. M. (2015). Paradigmas, hipóteses e descobertas: O ensino de biologia e as Leis de Mendel. In X Anais do *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia, São Paulo, SP. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/346579247_Paradigmas_hipoteses_e_descobertas_O_Ensino_de_Biologia_e_as_Leis_de_Mendel
- Moura, E. G., & Camargo Junior, K. R. (2017). A crise no financiamento da pesquisa e pós-graduação no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 33(4), 1-3. <https://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00052917>
- Moura, J., Deus, M. S. M., Gonçalves, M. N. M., & Peron, A. P. (2013). Biologia/Genética: o ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, 34(2), 167-174. <https://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2013v34n2p167>
- Oliveira, J. R. D., Mello, L. C., & Rigolin, C. C. D. (2020). Participação feminina na pesquisa sobre tecnologia da informação no Brasil: grupos de pesquisa e produção científica de teses e dissertações. *Cadernos Pagu*, 58, e205804, 1-51. <https://dx.doi.org/10.1590/18094449202000580004>
- Oliveira, T. B., Silva, C. S. F., & Zaneti, J. C. (2011). Pesquisas em ensino de genética (2004-2010). In Anais do *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas, São Paulo, SP. Recuperado de http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R1182-2.pdf
- Orso, P. J. (2011). A universidade estadual do oeste do paraná e seu contexto sócio-histórico. *Revista HISTEDBR On-line*, 41, 231-240. <https://dx.doi.org/10.20396/rho.v11i41.8639848>
- Parra, M. R., Coutinho, R. X., & Pessano, E. F. C. (2019). Um breve olhar sobre a cienciom tria: origem, evolu o, tendências e sua contribui o para o ensino de ciências. *Contexto & Educa o*, 34(107), 126-141. <https://dx.doi.org/10.21527/2179-1309.2019.107.126-141>
- Pedrancini, V. D.; Corazza-Nunes, M. J., Galuch, M. T. B., Moreira, A. L. O. R., & Ribeiro, A. C. (2007). Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropria o do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Ense anza de las Ciências*, 6(2), 299-309. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf
- Pitrez, P. M. (2009). O idioma da ciência: rompendo barreiras para ser lido e citado. *Scientia Medica*, 19(1), 2. Recuperado de <https://revistaseletronicas.pucrio.br/ojs/index.php/scientiamedica/article/view/5206>
- Razera, J. C. C. (2016). A forma o de professores em artigos da revista ciência & educa o (1998-2014): uma revisão cienciométrica. *Ciência & Educa o (Bauru)*, 22(3), 561-583. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160030002>
- Razera, J. C. C. (2016). Contribui es da cienciom tria para a área brasileira de educa o em ciências. *Ciência & Educa o (Bauru)*, 22(3), 557-560. <https://dx.doi.org/10.1590/1516731320160030001>
- Razera, J. C. C. (2018). *Um perfil estatístico descritivo das pesquisas que destacam a forma o de professores na área brasileira de educa o em ciências*. (Relatório de Pós-Doutorado). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP.
- Razera, J. C. C., Matos, C. M. S., & Bastos, F. (2019). Um perfil métrico das pesquisas que destacam a forma o de professores na área brasileira de educa o em ciências. *Investiga es em Ensino de Ciências*, 24(1), 200-222. <https://dx.doi.org/10.22600/15188795.ienci2019v24n1p2000>
- Rigolin, C. C. D., Hayashi, C. R., & Hayashi, M. C. P. I. (2013). Métricas da participa o feminina na ciência e na tecnologia no contexto dos INCTs: primeiras aproxima es. *Liinc em Revista*, 9(1), 143-170. <https://dx.doi.org/10.18617/liinc.v9i1.524>
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 9(3), 447-472. <https://dx.doi.org/10.1002/sce.20276>
- Santos Filho, R., Alle, L. F., Cestari, M. M., & Leme, D. M. (2021). Avalia o de um curso de forma o continuada como método de capacita o de professores do ensino médio em genética. *Revista de Educa o Ciência e Tecnologia*, 10(1), 1-24. <https://dx.doi.org/10.35819/tear.v10.n1.a5068>

- Santos, C. S., Jesus, A. M. P., & Silva Junior, J. C. (2022). Um perfil métrico do 'ensino de ciências' em artigos da revista brasileira de pesquisa em educação em ciências (2001–2020). *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, e39411, 1–27. <https://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u14141440>
- Silva, C. C., & Kalhil, J. B. (2017). A aprendizagem de genética à luz da teoria fundamentada: um ensaio preliminar. *Ciência & Educação (Bauru)*, 23(1), 125-140. <https://dx.doi.org/10.1590/1516-731320170010008>
- Silva, L. L. (2011). Estudo do perfil científico dos pesquisadores com bolsa de produtividade do CNPq que atuam no ensino de ciências e matemática. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11(3), 75-99. Recuperado de <https://periodicos.ufmq.br/index.php/rbpec/article/view/4209>
- Spinak, E. (1996). *Diccionario enciclopédico de bibliometria, cienciometría e informetría*. Caracas: Unesco.
- Spinak, E. (1998). Indicadores cienciométricos. *Ciência da Informação*, 27(2), 141-148. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-19651998000200006>
- Teixeira, P. M. M. (2008). *Pesquisa em ensino de biologia no Brasil [1972-2004]: um estudo baseado em dissertações e teses*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, SP. Recuperado de <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/449571>
- Teixeira, P. M. M. (2021). Produção acadêmica em ensino de biologia: análise sobre dissertações e teses e derivações reflexivas para a área de educação em ciências. *Revista Brasileira de Educação*, 26, 1-25. <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782021260097>
- Teixeira, P. M. M., & Megid Neto, J. (2011). Pós-graduação e pesquisa em ensino de biologia no Brasil: um estudo com base em dissertações e teses. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17(3), 559-578. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000300004>
- Teixeira, P. M. M., & Megid Neto, J. (2006). Investigando a pesquisa educacional. Um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de biologia no Brasil. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(2), 261-282. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/496/299>
- Teixeira, P. M. M., & Megid Neto, J. (2012). O estado da arte da pesquisa em ensino de biologia no Brasil: um panorama baseado na análise de dissertações e teses. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 273-297. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_2_2_ex500.pdf
- Urbizagastegui, R. (2008). A produtividade dos autores sobre a Lei de Lotka. *Ciência da Informação*, 37(2), 87-102. <https://dx.doi.org/10.18225/ci.inf.v37i2.1214>
- Vanti, N. A. P. (2002). Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação*, 31(2), 152-162. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652002000200016>
- Xavier, M. C. F., Freire, A. S., & Moraes, M. O. (2006). A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, 12(3), 275-289. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132006000300003>

Recebido em: 01.08.2023

Aceito em: 27.02.2024