



Curso Superior de Licenciatura em Biologia

CAIO CÉSAR MARQUES DE OLIVEIRA

MAPEANDO A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM ENSINO DE GENÉTICA:
análise bibliométrica da produção científica indexada na base
Web of Science

Planaltina - DF
2022

CAIO CÉSAR MARQUES DE OLIVEIRA

MAPEANDO A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM ENSINO DE GENÉTICA:
análise bibliométrica da produção científica indexada na base
Web of Science

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso Superior de Licenciatura em Biologia do
Campus Planaltina do Instituto Federal de
Brasília como requisito parcial para obtenção de
título de Licenciado em Biologia.

Orientadora: Profa. Dra. Mayara Lustosa de
Oliveira Barbosa

Planaltina - DF
2022



INSTITUTO FEDERAL
Brasília
Campus Planaltina

Curso Superior de Licenciatura em Biologia

CAIO CÉSAR MARQUES DE OLIVEIRA

MAPEANDO A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM ENSINO DE GENÉTICA:
análise bibliométrica da produção científica indexada na base
Web of Science

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Biologia do *Campus* Planaltina do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de Licenciado em Biologia.

Orientadora: Profa. Dra. Mayara Lustosa de Oliveira Barbosa

Aprovado em: 21/01/2022

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Mayara Lustosa de Oliveira Barbosa – Orientadora

Profa. Dra. Juliana Rocha de Faria Silva – Examinadora

Prof. Dr. Kaiser Dias Schwarcz – Examinador

RESUMO

Diversas pesquisas têm apontado não só a dificuldade de ensinar e aprender genética como também para a escassez de publicações e autores que investem na área. A fim de proporcionar dados para a inserção de metodologias de ensino confiáveis e nortear novas pesquisas na área, esse estudo buscou realizar uma análise bibliométrica da produção científica em ensino de genética indexada na base *Web of Science* (WOS). Foi realizada também uma análise de conteúdo de Bardin, com o objetivo de categorizar os temas mais presentes nos artigos mais citados nos últimos 10 anos. Como resultados foram identificados 1.335 documentos, publicados em 485 fontes, os quais estão organizados em artigos (979), capítulos de livro (6), artigos com acesso antecipado (26), artigos apresentados em eventos (288) e artigos de revisão (35). Esses documentos estão distribuídos ao longo de 41 anos com o primeiro registro datado de 1980. As publicações foram processadas no programa RStudio por meio do qual foram obtidos: os principais autores, países, periódicos e agências financiadoras das pesquisas, bem como as principais redes de cocitação e colaboração. Para análise de conteúdo foram selecionados 22 artigos na pré-análise. As cinco categorias estruturadas envolvem os seguintes assuntos: 1) questões raciais envolvidas no ensino de genética, 2) metodologias ativas e tecnologias no ensino, 3) recursos para o ensino, 4) análises de livros e currículos, e 4) modelo para alfabetização em genética. Os dados levantados permitiram uma visão de como o conhecimento em educação genética evoluiu ao longo do tempo, além de permitir uma indicação para docentes e pesquisadores dos principais temas abordados na área atualmente, das redes de colaboração e cocitação e das possíveis lacunas a serem preenchidas com futuras propostas.

Palavras-chave: ensino de genética; bibliometria; análise de conteúdo.

ABSTRACT

Several studies have pointed not only to the difficulty of teaching and learning genetics, but also to the scarcity of publications and authors who invest in the area. To provide data for the insertion of reliable teaching methodologies and guide future research in the area, this study sought to perform a bibliometric analysis of the scientific production on genetics teaching indexed in the Web of Science (WOS). A Bardin's content analysis was also performed, to categorize the most present themes in the most cited articles over the last 10 years. As results were identified 1,335 documents, published in 485 sources, which are organized into articles (979), book chapters (6), articles with early access (26), articles presented in events (288) and review articles (35). These documents are distributed over 41 years with the first record dating from 1980. The publications were processed in the RStudio program through which were obtained: the main authors, countries, journals and funding agencies of the research, as well as the main co-citation and collaboration networks. For content analysis 22 articles were selected in the pre-analysis. The five structured categories involve the following subjects: 1) race issues involved in teaching genetics, 2) active methodologies and technologies in teaching, 3) resources for teaching, 4) analysis of textbooks and curricula, and 4) model for genetics literacy. The data collected has provided insight into how knowledge in genetics education has evolved, as well as indicating teachers and researchers of the main themes currently being addressed in the area, of collaboration and co-citation networks, and of possible gaps to be filled with future proposals.

Keywords: genetic teaching; bibliometrics; content analysis.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	8
2.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	8
2.2	LEVANTAMENTO DOS DADOS E DELIMITAÇÃO DA AMOSTRA	8
2.3	ANÁLISE DOS DADOS	9
3	RESULTADOS	10
3.1	CRESCIMENTO DA PESQUISA NA ÁREA, PRINCIPAIS PERIÓDICOS, AUTORES E INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS	10
3.2	REDES DE COLABORAÇÃO E COCITAÇÃO	15
3.3	ANÁLISE DO CONTEÚDO DAS PUBLICAÇÕES UTILIZANDO COMO BASE A FREQUÊNCIA DAS PALAVRAS E OS TÓPICOS MAIS ATUAIS	19
3.4	ANÁLISE DE CONTEÚDO E CATEGORIZAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES MAIS CITADAS E RELACIONADAS AOS MÉTODOS DE ENSINO EM GENÉTICA	23
4	CONCLUSÃO.....	31
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Vários estudos têm demonstrado a importância do ensino de genética para o letramento científico, a fim de munir o estudante com competências e habilidades que possibilitem discernimento e reflexão crítica quanto às aplicações dessa área no que tange à sua vida pessoal e à sociedade como um todo (GOLBACH, 2006; CASAGRANDE, 2006; PEREIRA, 2019). Isso se torna ainda mais evidente levando em consideração o contexto pandêmico causado pela COVID-19, onde conceitos como DNA, RNA, mutação e diversos outros têm sido veiculados constantemente nos noticiários.

No entanto, a grande demanda de elementos conceituais somados à incapacidade de abstração e às dificuldades em fazer associações interdisciplinares por parte dos estudantes são os principais obstáculos apontados no aprendizado de genética (CASAGRANDE, 2006; FABRÍCIO, 2006; CATARINACHO, 2011). Outros estudos também apontam para as dificuldades enfrentadas por alunos e docentes nos processos de ensino e aprendizagem de genética, resultantes do volume de informações gerado pelas pesquisas, assim como da própria complexidade inerente ao tema (SANTOS *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Tendo em vista o exposto, é imprescindível que o docente esteja munido de ferramentas metodológicas que ofereçam estratégias de ensino, com evidência comprovada (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Segundo Silva (2012), a utilização de recursos didáticos bem elaborados é uma importante ferramenta para facilitar a aprendizagem desse conteúdo. Além disso, o estudo de Barros, Ribeiro e Silva (2017) aponta para a escassez de publicações relacionadas ao ensino de genética, bem como para o baixo quantitativo de autores que investem na pesquisa aprofundada desse tema em instituições de ensino no Brasil.

Logo, levantamentos feitos por meio de um estudo bibliométrico, considerando pesquisas nacionais e internacionais, podem servir de apoio para a inserção de metodologias de ensino confiáveis nessa área, uma vez que os resultados reunirão uma grande quantidade de informações de cunho científico pedagógico.

Por essa razão, o presente trabalho se propõe a realizar uma análise bibliométrica da produção científica em ensino de genética indexada na base de dados *Web of Science* (WoS), considerando um período que vai desde 1945 até 2021,

abrangendo tanto publicações nacionais como internacionais. Isso porque, as análises de cunho bibliométrico permitem um levantamento dos resultados mais proeminentes de pesquisas ao longo de um período, viabilizam a identificação da evolução de determinada área, tópicos de tendência e lacunas de pesquisa, bem como o reconhecimento das principais fontes e autores para avaliação da produção acadêmica, entre outros indicadores (BALL, 2017; MARTÍNEZ *et al.*, 2015; THOMPSON; WALKER, 2015).

Diferentemente da maioria dos métodos de revisão de literatura, que tendem a utilizar poucas publicações como amostra para análise, as revisões bibliométricas adotam uma abordagem que permite um estudo mais amplo de um campo de pesquisa, com mais objetividade na seleção e análise das produções científicas (HERNÁNDEZ-TORRANO; SOMERTON; HELMER, 2020).

Dessa forma, a bibliometria se mostra uma excelente ferramenta para o levantamento e análise estratégica de um grande volume de publicações de interesse, podendo, com seus resultados, nortear docentes e pesquisadores de diversas áreas no desenvolvimento de novas propostas direcionadas às suas linhas de pesquisas.

Um estudo bibliométrico semelhante à proposta deste trabalho foi conduzido recentemente por Barros (2020), que por meio de uma análise bibliométrica buscou compreender como o ensino de genética tem se mostrado ao redor do mundo nos últimos anos quando comparado aos avanços no campo da genética aplicada. Desse modo, a autora conclui a pesquisa evidenciando a existência de um desequilíbrio entre as publicações e avanços relacionados à genética aplicada e o ensino de genética.

Nossa pesquisa pretende ampliar e complementar os dados desse último estudo desenvolvido, especialmente por utilizar um software com funcionalidades distintas e por fazer análises focadas em artigos, também na área do ensino, que não foram abordados no trabalho anteriormente citado.

Além disso, compõem a amostra em análise produções científicas relacionadas ao ensino de genética desde sua primeira publicação da base *Web of Science* (WoS) até o ano de 2021. Por meio da bibliometria foram feitos levantamentos e análises estratégicas da amostra, considerando: 1) os principais autores, países, periódicos e agências financiadoras envolvidas na área, 2) os conteúdos e temáticas de maior impacto abordados nos últimos 10 anos, 3) as principais redes de pesquisa colaborativa e de cocitação.

Espera-se que os resultados aqui produzidos possam servir de apoio para a

inserção de metodologias de ensino confiáveis, além de nortear docentes e pesquisadores no desenvolvimento e inovação de propostas direcionadas ao ensino de genética.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa se caracteriza como descritiva-exploratória, pois a revisão propõe-se a levantar, descrever e analisar um quantitativo de publicações e a evolução temática de uma determinada área (PRODANOV; FREITAS, 2013). Quanto ao procedimento, será utilizada a abordagem explanatória sequencial de métodos mistos utilizando a coleta e análise de dados quantitativos, seguida da análise dos dados qualitativos, a fim de obter uma compreensão mais aprofundada dos resultados relacionados ao ensino de genética (CRESWELL; CRESWELL, 2021).

A bibliometria é uma técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico, a qual permite a coleta e processamento de grande quantidade de informações, auxiliando não somente na divulgação científica, como na identificação de lacunas e proposição de inovações em uma determinada área (HUANG; WANG; CHEN, 2019; HASSAN; HADDAWY, 2015).

O método também permite identificar autores e grupos de pesquisa proeminentes, instituições mais envolvidas em uma determinada área de estudos, bem como a construção de indicadores, a fim de avaliar as atividades da produção científica em uma área específica do conhecimento (CANTO, 2018; BARROS, 2020).

Além da abordagem quantitativa permitida pela bibliometria, o artigo propõe uma análise qualitativa dos conteúdos dos artigos mais citados dos últimos 10 anos a partir da análise de conteúdo de Bardin (2011).

2.2 Levantamento dos dados e delimitação da amostra

De modo a obter um levantamento abrangente da literatura, a pesquisa foi realizada na base WoS. A respectiva base foi selecionada por conter um acervo multidisciplinar com mais de 34.000 periódicos de alta visibilidade e relevância na comunidade acadêmica, com um período de cobertura desde 1945 e categorias de assunto voltadas para a educação. Além disso, oferece melhores possibilidades de manipulação de dados e recursos indispensáveis à bibliometria, como análise de

citações, referências e índice h (BIRKLE, *et al.*, 2020; SUELA; MORETO; FREITAS, 2021).

Para o levantamento das publicações foi utilizada a ferramenta de busca avançada da base com o uso de descritores pré-estabelecidos, a saber, "genética e educação", "genética e ensino", "genética e aprendizagem", "genética e literacia", "genética e sala de aula" e "genética e currículo". Os descritores foram selecionados tendo como base termos presentes no Thesaurus da Educação Brasileira do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2020) e o Thesaurus da Educação Internacional, disponibilizado pela Unesco (UNESCO, 2020), haja vista que a busca deveria ser feita em inglês.

Após isso, os descritores foram aplicados na fórmula de busca avançada da base, que utiliza os operadores booleanos "AND" e "OR", além do indicador "TS" que sinaliza, no início da fórmula, que os descritores podem ser encontrados nos títulos, resumos ou palavras-chave dos artigos. Assim, a fórmula de busca pode ser descrita como: $TS = ((genetic\ AND\ education)\ OR\ (genetic\ AND\ teaching)\ OR\ (genetic\ AND\ learning)\ OR\ (genetic\ AND\ literacy)\ OR\ (genetic\ AND\ classroom)\ OR\ (genetic\ AND\ curriculum))$.

Quanto ao período, foram pesquisadas publicações desde 1945 (ano de início das publicações na base) até 2021, as quais foram selecionadas conforme os critérios de inclusão à seguir estabelecidos: 1) somente artigos (periódicos e eventos), e capítulos de livro, excluindo cartas, editoriais e resumos publicados em eventos; e 2) somente publicações incluídas em categorias relacionadas à educação na base, sendo estas: educação de disciplinas científicas, educação e pesquisa educacional, educação especial e psicologia educacional.

2.3 Análise dos dados

Efetuada a busca na base no dia 15 de outubro de 2021, juntamente com a aplicação dos filtros, conforme os critérios mencionados anteriormente, seguiu-se para a exportação dos documentos da base em blocos de 500 artigos por vez em formato *bibtex*, resultando em um total de três arquivos, dois com 500 artigos e um com 335 artigos.

Em posse dos arquivos, iniciamos a análise por meio do programa RStudio versão 4.1.1, um software de código aberto que oferece uma interface mais acessível

para a utilização da linguagem R, um recurso voltado para análises estatísticas e construção de gráficos. O software ainda possibilita a utilização de pacotes que facilitam ainda mais a manipulação de dados, como o *bibliometrix* que foi utilizado neste trabalho, se mostrando uma ferramenta excelente para mapeamentos bibliométricos (ARIA; CUCCURULLO, 2017).

Uma vez dentro do programa, os três arquivos foram unidos, por meio de códigos na linguagem do software, em um só arquivo em formato RDS e excluindo possíveis duplicidades entre os dados. O programa também permite acesso à função *biblioshiny*, uma extensão do pacote *bibliometrix* que, conectada ao RStudio, efetua a leitura dos dados e disponibiliza algumas análises de interesse na forma de gráficos.

Dessa forma, por meio do software foi possível identificar os periódicos, autores, publicações, países e agências mais relevantes, assim como as redes de colaboração e cocitação. Quanto aos conteúdos, foram levantados os termos mais frequentes nos títulos, resumos e palavras-chaves da amostra total, assim como os termos mais frequentes nos últimos 10 anos.

Com o objetivo de identificar os métodos de ensino apresentados nos artigos de maior impacto, foram selecionados os 100 artigos mais citados e, a partir dessa amostra, foi realizada uma análise de conteúdo segundo Bardin (2011), seguindo as etapas de pré-análise, exploração e por fim categorização dos artigos.

A pré-análise selecionou, a partir dos 100 artigos, aqueles publicados nos últimos 10 anos e relacionados ao ensino de genética, de modo a socializar metodologias com resultados positivos, em termos de motivação e aprendizado dos estudantes, assim como verificar questões relacionadas ao currículo e aos livros didáticos. Na fase de exploração foi feita a leitura e fichamento dos artigos e, por fim, estes foram categorizados, de modo a revelar os métodos mais presentes nas produções de maior impacto nos últimos anos.

3 RESULTADOS

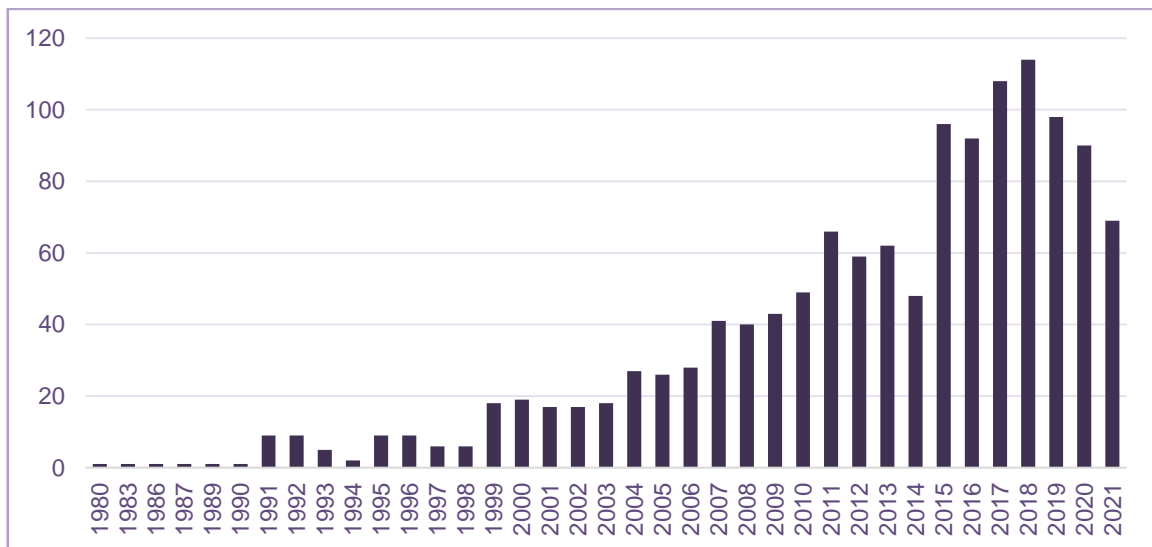
3.1 Crescimento da pesquisa na área, principais periódicos, autores e instituições envolvidas

A busca na base *Web of Science* (WoS) encontrou o total de 1.335 documentos publicados em 485 fontes, os quais estão organizados em artigos (979), capítulos de livro (6), artigos com acesso antecipado (26), artigos apresentados em eventos (288)

e artigos de revisão (35). Conforme mostra o gráfico da Figura 1, esses documentos estão distribuídos ao longo de 41 anos com o primeiro registro datado de 1980, a média anual de publicação é de 8,45.

Analisando o gráfico da Figura 1, vemos que o ano de 1980 inicia a produção científica desse tema com a publicação de apenas 1 (um) artigo, e que essa produção só alcança crescimento mais substancial a partir do final dos anos 90 e início dos anos 2000. Tal fato pode estar relacionado com um crescente desenvolvimento de estudos direcionados ao ensino e educação em ciências que surgiu em um cenário pós-guerra, e que ganhou maior intensidade no final do século XX (MELO; CARMO, 2009).

Figura 1 – Produção anual em ensino de genética de 1980 a 2021



Fonte: WoS (2021) dados da pesquisa.

Ainda com base na Figura 1, é importante ressaltar que os dois anos de maior produção dessa temática ocorreram em 2017 e 2018, com 108 e 114 publicações respectivamente. É perceptível também que, após esses anos de escalada, a produção diminui progressivamente até atingir a marca de 69 publicações já em outubro de 2021, data de realização desta pesquisa. Esse número é próximo à quantidade de publicações de todo o ano de 2011 (66), o que pode ser uma consequência do contexto pandêmico vivenciado nos últimos tempos, pois como afirma Leite (2020), muitas pesquisas que dependiam de financiamento público, ou da presença do público-alvo para serem realizadas, foram afetadas e os pesquisadores tiveram que se reinventar.

No entanto, é também possível que esteja havendo um declínio no interesse dos pesquisadores com relação às propostas na área, tal como ocorreu em 2014. Em análise mais atual, Garcia e colaboradores (2021) ressaltam que durante a pandemia a produção de conhecimento se manteve relativamente estável, inclusive no que tange a educação em ciências. Os autores apontam que mesmo com várias atividades sendo interrompidas, muitas foram readaptadas para o formato remoto e prosseguiram levantando dados sobre o novo cenário da educação e efetuando a divulgação científica em eventos online.

Tabela 1 - Os 10 principais periódicos de acordo com o volume de publicações no tema, seu índice H e fator de impacto.

Periódicos	Nº Artigos	Índice H	Fator de Impacto
Biochemistry and Molecular Biology Education	63	39	1.160
American Biology Teacher	55	30	0.342
Journal of Biological Education	49	39	1.262
Journal of Cancer Education	36	43	2.037
Journal of Intellectual Disability Research	32	104	2.424
Science Education	24	115	4.593
International Journal of Science Education	22	108	2.241
Journal Of Research in Science Teaching	19	131	4.832
Cbe-Life Sciences Education	18	67	3.325
Learning and Individual Differences	17	81	3.139

Fonte: WoS (2021) dados da pesquisa

Em relação aos periódicos de maior relevância, das 485 fontes encontradas foram selecionadas as 10 com o maior número de publicações no tema, as quais detêm juntas 25% (335) do total de artigos encontrados na pesquisa, como mostra a Tabela 1. Foram elencados também o índice h e o fator de impacto de cada um dos periódicos mencionados. O índice h é um indicador bibliométrico que consegue medir de forma síncrona o volume e o impacto da produção científica de um periódico. Seu cálculo pode ser exemplificado da seguinte maneira: um periódico terá índice h 75 se ele possuir 75 publicações com no mínimo 75 citações (SILVA; ALMEIDA; GRÁCIO, 2018). Já o fator de impacto é um índice usado para medir a relevância de revistas e periódicos, analisando a média de citações recebidas por artigo publicado em um periódico considerando os dois anos anteriores (SILVA; ALMEIDA; GRÁCIO, 2018; AGARWAL, *et al.*, 2016).

Vale ressaltar que o índice h na WOS é calculado com base somente nos periódicos indexados na base e de acordo com o período pesquisado, assim os

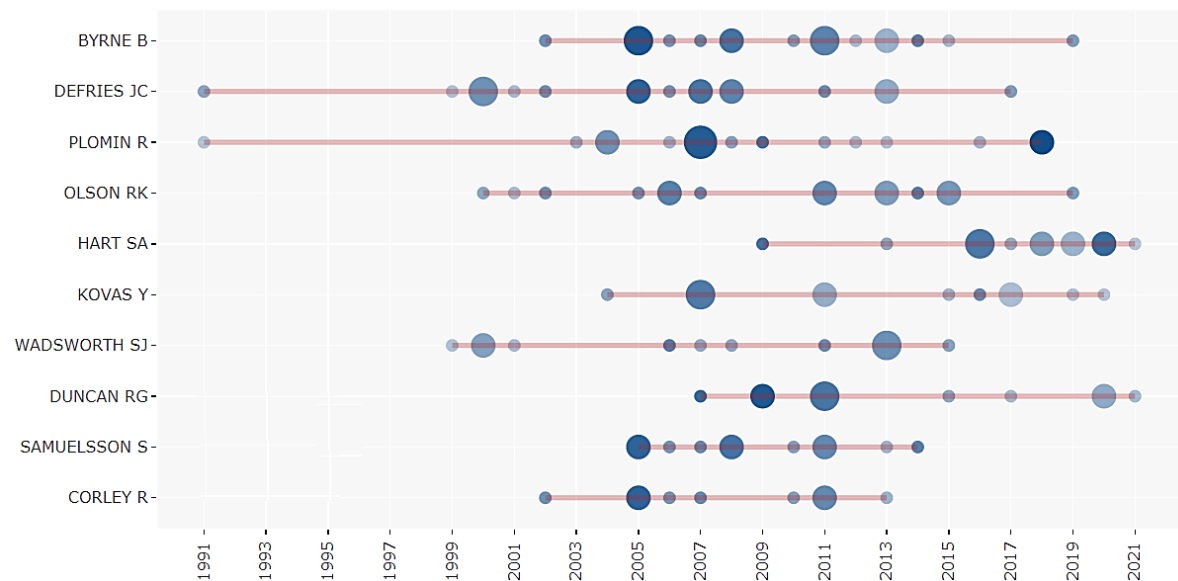
valores dos índices podem variar quando comparado com outras bases. Por isso Agarwal e colaboradores (2016) destacam a importância de usar métricas em conjunto para uma descrição mais precisa da pesquisa.

Assim, se só considerarmos o número de publicações, a revista *Biochemistry and Molecular Biology Education*, seria a mais relevante na área. Contudo, ao levarmos em consideração o índice h, assim como o fator de impacto das revistas, os dois periódicos que se destacam são *Journal of Research in Science Teaching* e *Science Education*. Embora nenhuma delas seja uma revista específica da área da genética, é comum no ramo da educação que revistas de ensino de ciências abarquem publicações de todas as áreas relacionadas às ciências da natureza, incluindo pesquisas relacionadas ao ensino de química e física.

Ter conhecimento de quais periódicos possuem mais impacto na área, direciona o olhar do pesquisador ou do docente em atuação, para publicações mais bem consolidadas, o que pode gerar pesquisas fundamentadas em um referencial sólido, além de estimular o desenvolvimento de inovações ou a ampliação de propostas já previamente testadas.

Quanto aos autores, foram encontrados 3.426, sendo a média de autores por documento de 2,57. Assim, apenas 282 são autores de documentos de autoria única e 3.144 são coautores. Os 10 pesquisadores com o maior número de artigos publicados estão listados na figura 2. Ao analisá-la pode-se observar que há autores com elevado número de publicações, contudo, não são pesquisas atuais, a exemplo disso estão Sally Wadsworth (20) e John DeFries (18), com maior volume entre os anos de 1999 e 2013, ambos da Universidade do Colorado (EUA).

Figura 2 - Produção dos 10 autores que mais publicaram ao longo do período analisado. Os círculos indicam o volume de publicações e a coloração o impacto, quanto mais escuro, maior o número de citações.



Fonte: WOS (2021) dados da pesquisa extraídos do biblioshiny

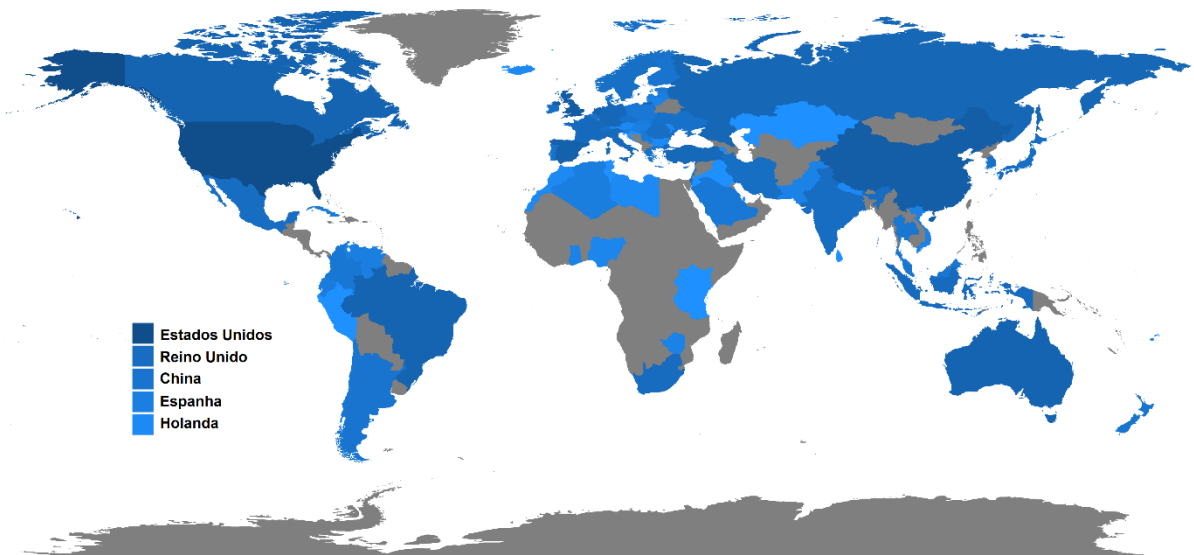
Já outros autores como Sara Hart (13) da Universidade do Estado da Flórida (EUA), Yulia Kovas (12) da Universidade de Londres (Reino Unido), e Ravit Duncan (11) da Universidade Rutgers (EUA), possuem uma frequência de publicações mais atuais, sendo que Sara Hart desponta como a autora mais proeminentes atualmente, tendo em vista que possui artigos mais atuais e com maior impacto em relação aos demais autores.

Com relação às instituições, a Universidade do Colorado (EUA) possui o maior quantitativo de publicações na área, um total de 61 artigos. Em seguida, tem-se a Universidade de Michigan (EUA) com 35 artigos do total de publicações no tema, mas seus autores não estão entre os 10 que mais publicaram. O King's College London (Reino Unido) possui 34 publicações no período analisado, sendo que 17 delas pertencem a Robert Plomin, nome que configura entre os 10 que mais publicaram na área.

Complementando as informações apresentadas anteriormente, naturalmente os países com a maior produção no tema são Estados Unidos e Reino Unido com 1.485 e 314 publicações respectivamente; em seguida tem-se a China (234), Espanha (169), Holanda (134), Canadá (124), Austrália (123), Brasil (117), Rússia (89) e Alemanha (86). A figura 3 contempla estes e outros países com ao menos uma publicação na área no período analisado.

A presença do Brasil entre os 10 países que mais publicaram em um tema direcionado à educação em ciências demonstra que esforços estão sendo empregados para a melhoria do letramento científico. Entretanto, muito ainda se discute sobre o distanciamento entre o ensino e aprendizagem de genética e o cotidiano dos alunos, um problema presente desde a formação de professores até a educação básica (MOURA, *et al.*, 2013; PEREIRA; CUNHA; LIMA, 2020).

Figura 3 – Países que publicaram ao menos 1 artigo ao longo do período analisado estão destacados em tons de azul.



Fonte: WoS (2021) dados da pesquisa extraídos do biblioshiny

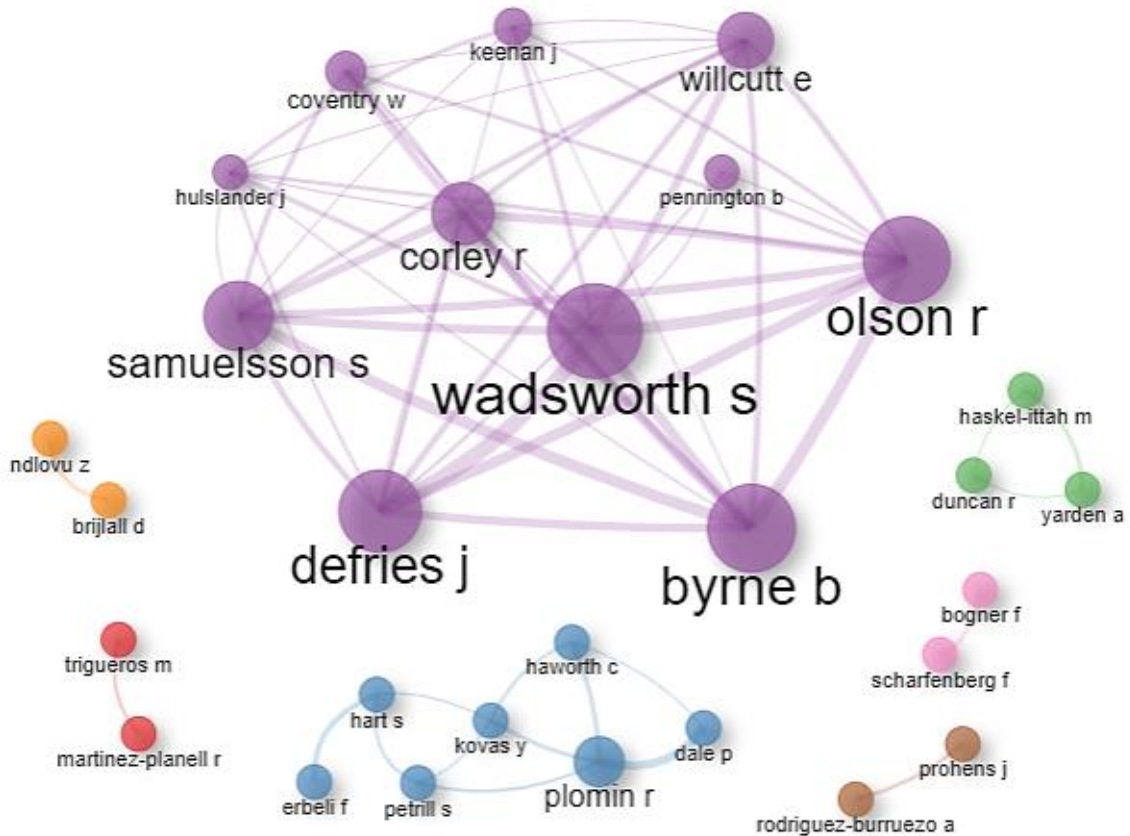
Tal fato também se aplica a países com extensa produção como Estados Unidos e Reino Unido, nos quais as pesquisas observam grandes defasagem no ensino de genética (BARROS, 2020). Isso demonstra que, embora exista um crescente volume de trabalhos direcionados a melhoria da educação em genética, poucos ultrapassam as paredes da academia, o que acentua e perpetua a lacuna entre pesquisa e prática.

3.2 Redes de colaboração e cocitação

Outro dado de extrema relevância a ser levantado nesse estudo são as redes de colaboração. O estudo dessas redes pode fornecer valiosos indicadores que propiciam o entendimento da construção do conhecimento de uma área de interesse (HILÁRIO; FREITAS, 2020).

Com isso, ilustramos na Figura 4 as redes de colaboração entre os 50 autores com ao menos duas colaborações entre si, considerando todos os anos de produção. Os critérios da busca revelaram apenas 29 autores.

Figura 4 – Rede de colaboração entre os autores mais relevantes. O tamanho dos círculos indica a quantidade de trabalhos publicados em colaboração, enquanto as linhas indicam quem são os autores que estão conectados. Quanto mais espessa a linha mais colaborações os autores estabelecem.



Fonte: WoS (2021) dados da pesquisa extraídos do biblioshiny

Analisando o maior cluster ilustrado pela Figura 4 temos o total de onze autores em colaboração, os quais estabelecem uma ampla rede que abrange diferentes países e instituições como a Universidade do Colorado e a Universidade de Denver nos Estados Unidos, assim como a Universidade de New England em Armidale na Austrália e a Universidade Linkoping na Suécia. As publicações mais recentes feitas por essa rede de autores datam de 2011 e 2015 (OLSON *et al.*, 2011; CHRISTOPHER *et al.*, 2015). Os artigos não são relacionados ao ensino de genética, mas analisam a correlação entre fatores genéticos e o aprendizado.

No artigo de Olson, *et al.* (2011), foram estudadas as influências genéticas e ambientais no vocabulário e nas habilidades de leitura em crianças desde o ensino infantil até os anos finais do ensino fundamental. No estudo de Christopher, *et al.* (2015), os autores buscaram explorar as etiologias ambientais e genéticas que impactam nas habilidades de leitura e escrita, para isso os pesquisadores avaliaram gêmeos em diferentes estágios da vida escolar.

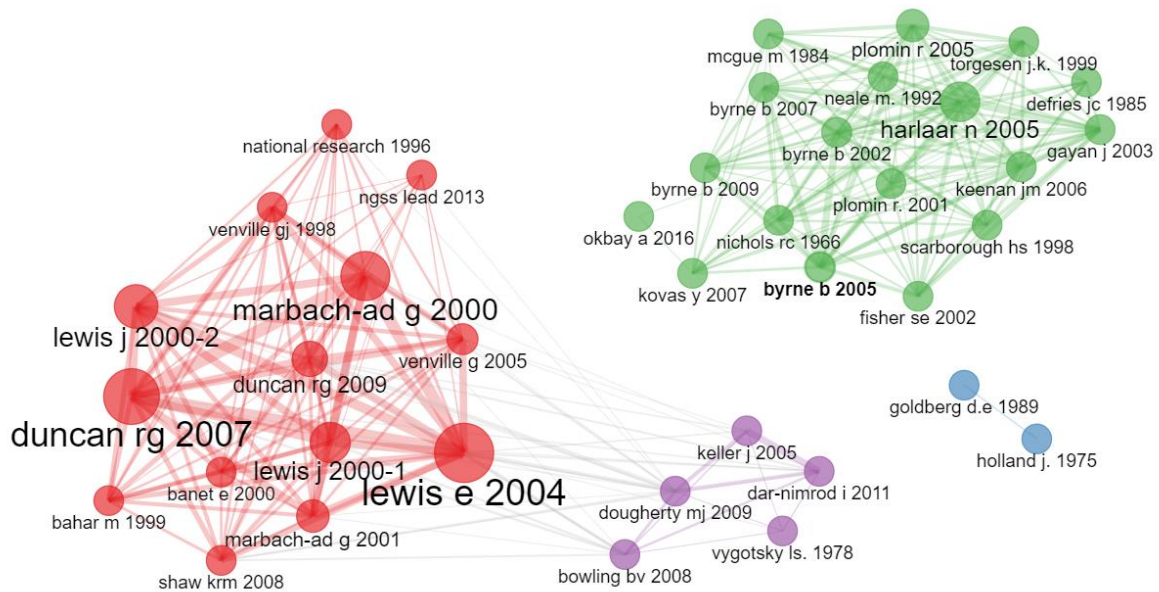
Outro cluster que merece destaque é o representado em verde pelos autores Duncan, Haskel-Ittah e Yarden, filiados de instituições em Israel e Estados Unidos. Os dois artigos mais atuais foram publicados em 2020, o primeiro estudo publicado em março buscou compreender como estava o entendimento de estudantes do sétimo ano do ensino básico sobre a função das proteínas em mecanismos genéticos (HASKEL-ITTAH, *et al.* 2020a). O segundo estudo, publicado em agosto do mesmo ano, explorou o entendimento de estudantes universitários sobre a plasticidade fenotípica derivada da interação entre os genes e o ambiente (HASKEL-ITTAH; DUNCAN; YARDEN, 2020b).

O cluster azul também revela uma ampla rede de colaboração, embora não tão simétrica como a anterior. Seus autores são filiados de instituições da Inglaterra e dos Estados Unidos. A publicação mais recente avaliou a relação entre o ambiente de aprendizagem e o desempenho em ciências de três mil gêmeos de quatorze anos, usando uma abordagem genética (HAWORTH, *et al.*, 2013).

Com relação às redes de cocitação, estas possibilitam a identificação de autores e estudos de alta relevância (CASTANHA; BUFREM; BOCHI, 2020). Sabe-se que o desenvolvimento de novas pesquisas e estudos são possíveis a partir de conhecimentos previamente construídos, os quais oferecem embasamento para novas descobertas. Esse embasamento resulta em uma relação entre citante e citado, que reconhece autores que já desenvolveram estudos em uma determinada área e que são amplamente aceitos pela comunidade científica. Dessa relação é que se extrai o importante indicador obtido por meio das referências dos artigos que é a cocitação.

Tendo em vista o exposto, a Figura 5 indica as redes de cocitação na área. Por meio delas é possível levantar os estudos e autores que formam a base do conhecimento da área, e até mesmo possíveis linhas de pesquisa mais consolidadas.

Figura 5 – Redes de cocitação. Foram considerados os 50 documentos mais citados nas referências da amostra desta pesquisa. O tamanho do círculo indica a quantidade de vezes que o documento é citado e as linhas indicam a relação de cocitação que é estabelecida entre eles.



Fonte: WoS (2021) dados da pesquisa extraídos do biblioshiny

Ao analisar a rede representada em vermelho, três documentos se destacam. O artigo de Duncan e Reiser (2007) buscou explorar as dificuldades de um grupo de alunos quanto ao entendimento de conceitos sobre genética molecular. Outro documento em destaque é o de Marbach-Ad e Stavy (2000), o qual representa um estudo sobre a compreensão e capacidade de estabelecer relação entre três níveis principais de organização dos conceitos de genética, nível macroscópico, microscópico e submicroscópico. Por fim, Lewis e Kattmann (2004), investigam a concepção de genes por parte de estudantes com o objetivo de encontrar possíveis dificuldades na compreensão desse conceito e sugerir métodos que facilitem seu entendimento.

A partir da breve descrição desses documentos, pode-se inferir que a rede possui um interesse em identificar a compreensão dos estudantes sobre os conceitos de genética e oferecer sugestões de melhorias nos currículos escolares e métodos de ensino do conteúdo. Estudos nesse sentido são de extrema relevância pois a partir deles é possível repensar o currículo e as formas de ensinar e aprender, construindo um conhecimento que seja realmente significativo (FERRARO, 2017).

Apesar de possuir conexões com o cluster vermelho, o cluster roxo aparece separado, pois trata sobre assuntos mais direcionados à psicologia educacional fazendo relação com a genética. Um exemplo é o documento de Dar-Nimrod e Heine

(2011), que analisa o entendimento das pessoas quanto ao essencialismo genético, ou seja, a ideia de que as pessoas tendem a pesar mais as atribuições genéticas em comparação com atribuições concorrentes, mesmo em casos de “explicação genética fraca”, que são muito mais comuns. No artigo, aspectos como raça, gênero, orientação sexual, criminalidade, doença mental e obesidade são revisados através da lente do essencialismo genético, destacando mudanças atitudinais, cognitivas e comportamentais que decorrem da consideração de que atribuições genéticas fundamentam essas categorias. O artigo discute ao final fatores moderadores e intervenções para reduzir a magnitude e os vieses do essencialismo genético.

Numa linha similar, a pesquisa de Keller (2005) analisa o componente biológico do essencialismo para avaliar a cresça no determinismo genético. Os resultados mostram que tais crenças tem raízes sociocognitivas e estão relacionadas com preconceitos (KELLER, 2005).

Por fim, no cluster verde os estudos são voltados para a compreensão da influência da genética nos processos de aprendizagem. Harlaar, *et al.*, (2005) investigou as influências genéticas e ambientais que impactam no desenvolvimento inicial da leitura, para isso foram estudados mais de três mil gêmeos com 7 anos de idade. Já Plomin e Kovas (2005) revisaram pesquisas genéticas a fim de encontrar genes que estivessem associados às dificuldades de aprendizagem, os resultados mostraram que os genes que afetam a aprendizagem são generalistas e não específicos.

3.3 Análise do conteúdo das publicações utilizando como base a frequência das palavras e os tópicos mais atuais

Apesar de as redes de colaboração e cocitação oferecerem algumas das direções que as pesquisas na área têm seguido, trata-se de uma amostra pequena do todo levantado. Dessa forma, com o objetivo de identificar mais a fundo as temáticas mais abordadas, foram analisadas as frequências de palavras nos títulos, resumos e palavras-chave da amostra total. Tais análises podem fornecer mais objetividade na identificação dos conteúdos dos trabalhos (POLLACK; ADLER, 2015).

Tabela 2 – Palavras mais frequentes nos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos levantados na amostra. Foram removidos das palavras-chave os descritores utilizados em nossa busca, por serem termos naturalmente frequentes, tais como: genética, ensino, aprendizagem e educação.

Título	Frequência	Palavras-chave	Frequência	Resumo	Frequência
Algoritmo(s) genético(s)	45	Algoritmo(s) genético(s)	79	Algoritmo(s) Genético(s)	145
Estudantes da Escola	21	Evolução	19	Engenharia Genética	96
Estudo com gêmeos	18	Educação Científica	19	Biologia Molecular	80
Compreensão dos alunos	14	Aprendizagem Ativa	18	Estudantes da Escola	80
Engenharia Genética	13	Teoria APOE	18	Testes Genéticos	75
Testes Genéticos	13	Dislexia	18	Educação Científica	64
Deficiência Intelectual	13	Decomposição Genética	18	Fatores Ambientais	55
Ensino Médio	13	Genômica	17	Decomposição Genética	55
Influências Ambientais	12	Currículo	17	Influências Genéticas	54
Biologia Molecular	12	Bioinformática	15	Informação Genética	54

Fonte: WoS (2021) dados da pesquisa extraídos do biblioshiny

O termo algoritmo genético é frequente nas três colunas, na maior parte das citações trata-se de um algoritmo computacional desenvolvido com base na Teoria de Darwin sobre a evolução e na reprodução genética, com o objetivo de encontrar a melhor solução para determinados problemas (GOUVEIA *et al.*, 2021). O termo aparece frequentemente associado a outros como evolução, educação científica e o *e-learning* (aprendizagem eletrônica), que começou a ser introduzido no mesmo período. Este último é usado para definir uma metodologia de aprendizagem que utiliza como ferramenta o computador ou a web, e que teve origem nos anos 90 quando a internet começou a ser popularizada (BASAK; WOTTO; BÉLANGER, 2018).

Um exemplo de trabalhos que envolvem os dois termos (*e-learning* e algoritmo genético) é o de Hwang, *et al.*, (2008) e o de Krechetov e Romanenko (2020), ambos exploram formas de otimizar ambientes de aprendizagem online usando algoritmos genéticos. Isso demonstra a relevância que esses termos tiveram e continuam tendo atualmente, e embora sejam termos mais voltados à área de Ciência da computação, o conhecimento de conceitos fundamentais da genética foi essencial para o seu desenvolvimento.

A engenharia genética aparece com ênfase nos títulos e nos resumos. Como exemplos, podemos citar dois estudos que apresentam os tópicos em seu conteúdo. Lock e Miles (1993) investigaram a compreensão de um grupo de alunos sobre os temas engenharia genética e biotecnologia, enquanto Sadler (2005) aborda engenharia genética e evolução, explorando a relação entre as concepções de estudantes universitários sobre ambos os tópicos.

Aprendizagem ativa e Teoria APOE são termos que chamam atenção por sua relação com métodos de ensino que são relativamente recentes. A aprendizagem ativa vem ganhando foco no cenário educacional pois, em oposição à uma aprendizagem baseada somente na transmissão de conhecimentos por parte do docente, o aluno assume uma postura mais participativa, com maior autonomia e, com isto, criando oportunidades para a construção do próprio conhecimento (VALENTE, 2014; PIRES; SILVA; BARBOSA, 2021).

Na amostra analisada, o trabalho de Santana, Oliveira e Ramos (2019), apresenta a percepção dos alunos do primeiro ano de um curso de medicina sobre a aprendizagem baseada em equipes na disciplina de genética médica. Como resultados, os autores apontam que a aplicação do método foi bem recebida e se mostrou uma ferramenta importante na estruturação curricular para a educação médica na universidade.

No que diz respeito à teoria APOE, trata-se de uma teoria de aprendizagem construtivista que estende as ideias de Piaget e busca explicar como um conceito matemático pode ser construído. O acrônimo significa “Ação, Processo, Objeto e Esquema”. Seu foco reside em analisar como ocorrem os modelos mentais de aprendizagem matemática, de modo a projetar materiais instrucionais e avaliações que possam verificar sucessos ou fracassos dos alunos ao lidar com problemas matemáticos (CHAGWIZA; MAHARAJ; BRIJLALL, 2020).

O artigo de Chagwiza, Maharaj e Brijlall (2020) utiliza fundamentos da teoria para analisar as construções mentais dos estudantes universitários sobre o conceito de limite de uma sequência. Percebe-se que o conteúdo é bastante matemático, mas os trabalhos aparecem na amostra por utilizarem o termo “decomposição genética”, a qual tem como objetivo descrever um trajeto possível para a formação de um dado conceito por parte do estudante. Embora o tópico não esteja diretamente associado à genética, é válido ressaltar que a disciplina se utiliza de diversos conceitos matemáticos essenciais para a resolução de problemas, portanto, a concomitância

destas duas áreas do conhecimento é constante, e conceitos de aprendizado utilizados na matemática podem ser nesse caso intercambiáveis.

Além do exposto, ainda tendo em vista os dados da tabela 2, considerando a frequência com que são citados, os estudantes do ensino médio parecem compor o público-alvo que mais participa das pesquisas na área. Outros termos que chamam atenção são dislexia e deficiência intelectual, revelando atenção dos pesquisadores às áreas da educação especial e inclusiva, tema de crescente interesse nos últimos anos (PEREIRA; BARBOSA, 2020). Os trabalhos na área da dislexia parecem estar bem focados também na genética aplicada, um exemplo encontrado é um estudo desenvolvido por Osion (2006) que buscou entender como os fatores genéticos e ambientais influenciam na dislexia e no desenvolvimento individual.

Mas será que esses termos coincidem com os termos que mais aparecem em pesquisas mais atuais? O estudo da dinâmica e ocorrência de alguns tópicos pode fornecer entendimento sobre a evolução da área de interesse e direcionamento para novas ideias. Choi, Yi e Lee (2011) destaca que esse estudo pode também ser o ponto de partida para futuras pesquisas. Assim, tendo como base os termos mais frequentes nos títulos, resumos e palavras-chaves dos artigos, considerando apenas os últimos 10 anos de produção (2011-2021), foram encontrados alguns termos diferentes. Tal análise é relevante, pois, como afirma Trucolo e Digiampietre (2014), as análises de tendência dos estudos e pesquisas científicas são estratégias fundamentais para encontrar temas capazes de estimular trabalhos que tragam inovação e desenvolvimento para o campo de pesquisa de interesse.

Nos títulos, os dois principais tópicos de tendência foram: compreensão dos alunos e atendimento educacional, revelando uma preocupação contínua em tornar o conteúdo de genética mais acessível e didático, pontos já bastante frequentes na literatura (BARROS, 2020). Já nas palavras-chave, pesquisa e educação médica são os tópicos de tendência em alta nos últimos anos. Muito provavelmente os desafios impostos pela pandemia da Covid-19 à educação médica aumentaram o interesse de pesquisas na área, tendo em vista o fato de que o momento exigiu, e continua exigindo, novas estratégias pedagógicas para a formação de profissionais éticos, críticos e reflexivos (SANTOS *et al.*, 2020).

Observando os dois tópicos de tendência mais recentes nos resumos temos: pensamento criativo e essencialismo genético. Com relação ao primeiro tópico, pensamento criativo, o trabalho conduzido por Sagun e Prudente (2021) investigou

como a inserção de estratégias de aprendizagem aprimoradas com orientação metacognitiva na sala de aula pode influenciar no raciocínio científico e na compreensão conceitual dos conteúdos de genética molecular pelos alunos. Pensar de forma criativa e trazer novas perspectivas para determinadas questões problema é uma habilidade que tem sido investigada e estimulada especialmente na educação científica nos últimos anos (SENER; TUKER; TAS, 2015).

Com relação ao essencialismo genético, além das pesquisas já mencionadas na rede de cocitação, o trabalho de Donovan *et al.*, (2021) ressalta a importância da educação em genética no combate à crença do essencialismo genético, especialmente com relação a afirmações de que determinados grupos se distinguem cognitivamente e comportamentalmente por causa de seus genes.

3.4 Análise de conteúdo e categorização das publicações mais citadas na área

Com relação à análise de conteúdo das publicações de maior impacto, foram selecionados, por meio da pré-análise do método de Bardin (2011), 22 artigos dentre os cem mais citados nos últimos 10 anos. Os demais foram eliminados nessa fase pois não haviam sido publicados nos últimos 10 anos ou estavam mais concentrados nas influências genéticas atuando nos processos de aprendizado e desenvolvimento acadêmico. As publicações selecionadas estão listadas na Tabela 3 em ordem numérica e categorizadas na Tabela 4 de acordo com o assunto de seu conteúdo.

Tabela 3 – Referência dos artigos mais citados nos últimos 10 anos

1	Formea <i>et al.</i> (2013)	12	Speth <i>et al.</i> (2017)
2	Adams <i>et al.</i> (2016)	13	Wilkes <i>et al.</i> (2017)
3	Dauer <i>et al.</i> (2013)	14	Jamieson e Radick (2017)
4	Donovan (2013)	15	Williams <i>et al.</i> (2011)
5	Dougherty <i>et al.</i> (2017)	16	Price <i>et al.</i> (2017)
6	Thurtle-Schmidt e Lo (2018)	17	Springer <i>et al.</i> (2011)
7	Freidenreich, Duncan e Shea (2011)	18	Duncan <i>et al.</i> (2011)
8	Thompson e Brooks (2011)	19	Donovan (2016b)
9	Duncan e Tseng (2010)	20	Shea, Duncan e Stephenson (2015)
10	Munson e Pierce (2015)	21	Dos Santos, Joaquim e El-Hani (2012)
11	Donovan (2016a)	22	Remsberg <i>et al.</i> (2017)

Fonte: WOS (2021) dados da pesquisa

Tabela 4 - Categorias estabelecidas a partir da análise de conteúdo e os códigos dos artigos.

Categoria	Código	Total
1. O ensino de genética como influenciador de concepções essencialistas ou deterministas de raça.	4, 11, 14, 19	4
2. Metodologias ativas e recursos tecnológicos aplicados para facilitar os processos de ensino e aprendizagem em genética	1, 2, 7, 9, 10, 13, 15, 17, 18, 22	10
3. Uso de mapas conceituais e inventários/questionários nos processos de ensino e avaliação da aprendizagem em genética	3, 6, 12, 16	4
4. Diretrizes curriculares e o ensino de genética nos livros didáticos	5, 8, 21	3
5. Modelo triplo para alfabetização genética: conhecimento do conteúdo, argumentação e uso de características situacionais que podem influenciar o raciocínio.	20	1

Fonte: WOS (2021) dados da pesquisa

Categoria 1: O ensino de genética como influenciador de concepções essencialistas ou deterministas de raça.

Na primeira categoria, os artigos trazem um estudo sobre como o currículo da disciplina de genética pode fortalecer o essencialismo genético nas questões raciais. No caso específico, o essencialismo pode estar relacionado a um equivocado “suporte científico” à ideia da inferioridade de negros, fato que favorece a discriminação racial. Dentre os quatro artigos selecionados, três desenvolveram pesquisas com estudantes do ensino médio de escolas públicas e privadas.

Os resultados das pesquisas mostraram que a forma como determinados grupos de pessoas são relacionadas à doenças genéticas específicas não contribui para quebrar com o pensamento essencialista entre os estudantes, mas sim o fortalece (DONOVAN, 2013), que a terminologia racial apresentada nos livros não só reforça o preconceito racial, mas também induz a equívocos sobre hereditariedade e variação genética (DONOVAN, 2016b); e que é fundamental que a educação em biologia construa uma proposta de ensino em genética capaz de instruir contra o preconceito a fim de apoiar a justiça social (DONOVAN, 2016a).

Ainda na categoria 1, o artigo 14 difere dos demais por propor um estudo de como a temática mendeliana induz crenças deterministas. Para tanto, foram oferecidos a estudantes de graduação dois cursos de introdução a genética com currículos diferentes, um mendeliano e outro weldoniano. A principal diferença entre os currículos está na ordem de apresentação dos conceitos, no currículo weldoniano

os alunos aprendem primeiro sobre as interações dentro do genoma e deste com o ambiente (JAMIESON; RADICK, 2017).

Os resultados demonstraram que os estudantes que concluíram o curso com o currículo mendeliano terminaram mais deterministas sobre os genes do que os do currículo weldoniano. Um relato de um dos participantes do curso com o novo currículo proposto ressaltou que a genética weldoniana se relacionava com o seu cotidiano de forma mais compreensível do que a genética aprendida na escola, e que o contato com ela possibilitou uma maior reflexão crítica sobre determinismo genético (JAMIESON; RADICK, 2017).

Assim, os estudos levantados nessa categoria reforçam os apontamentos de outros autores sobre a importância de investigar e avaliar não só as práticas de ensino, mas também as ferramentas de aprendizagem que orientam a educação genética e influenciam as atitudes dos estudantes em questões sociocientíficas (AIVELO; UITTO, 2021).

Categoria 2: Metodologias ativas e recursos tecnológicos aplicados para facilitar os processos de ensino e aprendizagem em genética

Na categoria 2, tem-se exemplos de estudos que usam metodologias ativas para facilitar os processos de ensino e aprendizagem de genética. No artigo de Adams *et al.* (2016), o aluno é colocado no centro do processo ao propor a participação do mesmo em uma atividade de experimentação. Os autores implementaram um modelo de aprendizagem participativa em um curso de farmacogenômica de um programa de doutorado em farmácia. O modelo utilizou testes genômicos pessoais dos alunos para aprimorar o aprendizado em sala de aula, e assim envolvê-los na própria construção do conhecimento. Ao final do curso e com base nas avaliações dos alunos, todos que aceitaram realizar os testes genômicos tiveram ótimos desempenhos nas avaliações, além de terminarem o curso mais confiantes em relação ao conhecimento adquirido sobre genética e farmacogenômica (ADAMS; *et al.*, 2016).

Outro estudo que usou metodologias ativas foi o de Munson e Pierce (2015), que implantou o modelo de sala de aula invertida em um curso de farmacogenômica com o objetivo de melhorar o desempenho dos alunos nos exames. A intervenção contou com aulas gravadas sobre conceitos básicos de genética que eram assistidas previamente, uma breve revisão em sala sobre as aulas gravadas, atividades em sala

com foco na aplicação dos conceitos aprendidos e uma discussão ativa e orientada. A avaliação se deu por meio de pré e pós-testes e pela comparação com turmas de dois anos anteriores. Apesar de não haver diferença significativa entre os grupos, o estudo demonstrou maior envolvimento e participação dos alunos nas atividades propostas (MUNSON; PIERCE, 2015).

No artigo de Williams e colaboradores (2011), foi desenvolvido um guia de investigação e avaliações baseados no design de integração de conhecimento de andaimes, que tem como princípios: tornar a ciência acessível, tornar o pensamento visível, aprender com os outros e promover autonomia para o aprendizado de ciências ao longo da vida. O objetivo dos autores foi promover uma aprendizagem ativa com base na investigação científica na educação básica. Ao avaliarem os resultados, eles destacaram a importância do uso de materiais que instiguem a aprendizagem ativa a fim de auxiliar os estudantes a estabelecer conexões relevantes sobre os processos biológicos da hereditariedade (WILLIAMS; *et al.*, 2011).

Dois outros estudos dentro dessa categoria são direcionados aos alunos da educação básica e trabalham com aprendizagem baseada em projetos. Duncan e Tseng (2010), propõem o ensino de uma unidade curricular baseada em projeto, com foco na investigação de uma doença. Após a aplicação das avaliações de aprendizagem, os autores perceberam que a compreensão dos alunos quanto a natureza da informação genética e do papel das proteínas nos fenômenos genéticos superaram as expectativas de outros estudos de referência. Em conclusão os autores apontam para a importância de instruções planejadas, como a descrita, as quais desenvolvam uma aprendizagem significativa e produtiva em genética (DUNCAN; TSENG, 2010).

Freidenreich, Duncan e Shea (2011), por sua vez, conduziram o ensino de três modelos (genético, mitótico e molecular) por meio da aprendizagem baseada em projetos. Várias estratégias foram empregadas para apoiar a compreensão plena dos conceitos, como árvores genealógicas, atividades de modelagem ilustrativa e investigação de distúrbios desde os sintomas até o nível molecular. Os resultados mostraram uma excelente compreensão dos estudantes em relação aos três modelos genéticos, em especial ao modelo molecular (FREIDENREICH; DUNCAN; SHEA, 2011).

Ainda nessa categoria, dois artigos abordam estudos de caso como método de ensino para avaliar o conhecimento em genética de profissionais da saúde após uma

intervenção. O primeiro deles é o estudo de Formea e colaboradores (2013), que aplicou e avaliou o impacto de um programa educacional em farmacogenômica baseado em casos clínicos direcionados a farmacêuticos. O segundo é o estudo de Wilkes *et al.* (2017), no qual foi desenvolvido e aplicado um currículo de genética interativo baseado na web com casos clínicos direcionados a médicos de atenção primária.

Em ambos os estudos foram usados grupos de intervenção e controle e aplicados instrumentos avaliativos referentes ao próprio produto educacional. Os resultados de ambos foram positivos em relação às intervenções, com destaque para o de Wilkes *et al.* (2017) onde é relatado que, além do maior desempenho do grupo de intervenção, houve maior satisfação com os materiais educacionais e um aumento na confiança dos conhecimentos e habilidades em genética adquiridos.

Outro estudo a ser pontuado é o de Duncan *et al.* (2011), cujos autores desenvolveram e aplicaram uma unidade de investigação que se dividia em duas etapas. Na primeira os alunos exploravam vários exemplos de fenômenos genéticos e seus mecanismos, na segunda eram apresentados a um novo fenômeno genético e eram convidados a usar os conhecimentos adquiridos para explicá-lo usando modelos. Na unidade foram usados *cartoons* e estudos de caso de doenças relacionadas às deficiências de proteínas. Os resultados demonstraram que a aplicação da proposta foi bem-sucedida, pois mais da metade dos estudantes que participaram demonstraram compreender muito bem os mecanismos da genética molecular e foram capazes de aplicá-los de forma satisfatória (DUNCAN; *et al.*, 2011).

O estudo de Springer e colaboradores (2011), traz a elaboração de um curso eletivo em farmacogenômica e sua implementação. O curso conta com um módulo onde os estudantes têm acesso a um software (GeneScription) que fornece um ambiente de prática com uma população simulada de pacientes, medicamentos e algoritmos que preveem resultados com base nas aplicações que são feitas nele (SPRINGER; *et al.*, 2011). Os resultados apontaram grandes avanços na consolidação do conhecimento dos alunos, além disso os próprios estudantes afirmaram que a utilização do software foi o aspecto mais benéfico do curso pois mais do que ajudar na visualização da prática do conteúdo, fortaleceu as informações básicas adquiridas nas aulas (SPRINGER; *et al.*, 2011).

O artigo de Remsberg e colaboradores (2017) descreve a criação e implementação de um curso de farmacogenômica com aulas expositivas e práticas de

auto-genotipagem e fenotipagem, além de discussões sobre questões éticas baseadas em casos reais. A avaliação dos alunos se deu por meio de questões sobre a aquisição e aplicação do conhecimento, e autoavaliações pré e pós curso. Os resultados apontaram um ótimo desempenho dos estudantes em relação aos conhecimentos em farmacogenômica, além de ressaltarem uma excelente melhora na confiança dos alunos em relação as suas habilidades clínicas em farmacogenômica (REMSBERG; *et al.*, 2017).

Conforme visto nos artigos anteriormente citados, o aprendizado ativo é uma abordagem que tem ganhado cada vez mais destaque devido seus excelentes resultados, seja ele associado ou não a suportes tecnológicos. Isso porque o método possibilita que os estudantes sejam incentivados a construir o conhecimento de forma colaborativa, explorando novas habilidades para o seu desenvolvimento integral (CARVALHO; PEREIRA; ANTUNES, 2021).

Categoria 3: Uso de mapas conceituais e inventários/questionários nos processos de ensino e avaliação da aprendizagem em genética

Seguindo para a terceira categoria, os trabalhos de Dauer *et al.* (2013) e Speth *et al.* (2017), propõem uma alternativa de ensino baseada em atividades de construção de mapas conceituais, na qual os estudantes de graduação ao longo de um semestre de instrução eram encorajados a construir mapas que representassem conceitos de genética, evolução e ecologia. O objetivo dos autores com essa abordagem foi facilitar a compreensão e a capacidade de fazer conexões entre os princípios de genética e evolução (DAUER; *et. al.*, 2013) e analisar como eles representam a variação genética e a origem da variação nesses modelos (SPETH; *et al.*, 2017). Ao analisarem os mapas mentais os autores perceberam que até o final do curso os alunos foram capazes de construir mapas mais sucintos e assertivos (DAUER; *et. al.*, 2013). Os autores concluem os estudos ressaltando a importância dos mapas conceituais para o ensino de genética e evolução, tanto para instigar o pensamento do aluno em todos os níveis de organização como para fazer uma avaliação mais precisa da aprendizagem (DAUER; *et. al.*, 2013; SPETH; *et al.*, 2017).

O artigo de Price e colaboradores (2017) descreve a elaboração e aplicação de um inventário sobre deriva genética, no qual foi desenvolvido o *Genetic Drift Inventory* (GeDI) com 22 itens de concordo/discordo e submetido a várias etapas de avaliação

que contaram com escrita, teste e revisão. O inventário produziu resultados confiáveis e válidos sobre o que os alunos de graduação em biologia entendem sobre deriva genética, e mais do que isso conseguiu testar a presença de falhas na aprendizagem de conceitos relacionados a este tema (PRICE; *et al.*, 2017).

Por fim, em seu trabalho, Thurtle-Schmidt e Lo (2018) apresentam uma revisão como ferramenta para conduzir o aprendizado de estudantes de graduação em biologia sobre a tecnologia CRISPR / Cas9. O material é dividido em quatro seções conceituais que iniciam e terminam com guias e questões para discussão como forma de incentivar a exploração desse assunto em sala de aula.

Recursos de verificação da aprendizagem como os apresentados pelos artigos citados acima são essenciais para nortear educadores sobre o desempenho não só dos estudantes, mas da própria prática educativa. Além disso, instrumentos como os mapas conceituais são ferramentas excelentes não só por favorecerem a aprendizagem significativa, mas também por fornecer uma avaliação qualitativa do que foi aprendido (LUCKESI, 2000; MOREIRA, 2013).

Categoria 4: Diretrizes curriculares e o ensino de genética nos livros didáticos

Na quarta categoria, reunimos artigos com foco na investigação das bases do ensino de genética. O primeiro artigo a tratar deste assunto é o estudo de Dougherty *et al.* (2017), que avaliou os padrões de qualidade que orientam o ensino de genética na educação básica nos Estados Unidos (EUA). Para isso, os autores desenvolveram uma lista, com base em documentos sobre educação em genética, com 19 conceitos essenciais de genética que todos os estudantes da educação básica deveriam conhecer. Após as investigações nos sites dos departamentos de educação de todos os estados dos EUA, bem como avaliações feitas por uma equipe de especialistas em educação genética, os autores observaram que dos 19 conceitos elencados pela lista, 14 eram tratados de forma inadequada nos estados pesquisados (DOUGHERTY; *et al.*, 2017).

O estudo de Thompson e Brooks (2011) buscou avaliar quão bem os elementos essenciais do conhecimento em genética e genômica estavam sendo alcançados nos cursos de enfermagem. O estudo contou com um instrumento de pesquisa contendo 17 itens que abordavam conteúdos relacionados as diretrizes curriculares em genética e genômica, e foi aplicado a enfermeiros que participavam de uma conferência. Os

resultados mostraram que maioria das faculdades de enfermagem não cumpria totalmente com as competências essenciais em genética. A maioria dos entrevistados relataram não se sentirem confiantes para atender pacientes em relação a informações genéticas (THOMPSON; BROOKS, 2011).

Outro artigo dentro dessa categoria que merece destaque é o de Dos santos, Joaquim e El-Hani (2012), no qual foram examinados livros didáticos brasileiros de biologia do ensino médio, com o objetivo de verificar a forma como os genes e suas funções são tratados nesses livros. Para isso, foram analisados dezoito livros de biologia oriundos do Programa Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM). Os resultados das análises apontaram que visões híbridas sobre genes estão muito presentes nos livros didáticos, o que acarreta falhas na compreensão de conceitos essenciais sobre os genes e seus papéis nos sistemas vivos, prejudicando o aprendizado futuro de genética e reforçando crenças deterministas (DOS SANTOS; JOAQUIM; EL-HANI, 2012).

Tal como exposto nos artigos, a investigação das diretrizes curriculares é de extrema importância para o ensino e aprendizado. A construção do currículo presente nos livros resulta de influências políticas, o que reflete diretamente nos conceitos que são ensinados. Por isso é importante que educadores e instituições sejam críticas quanto aos documentos que orientam a aprendizagem (GOMES; SALLES; LOPES, 2013).

Categoria 5: Modelo triplo para alfabetização genética: conhecimento do conteúdo, argumentação e uso de características situacionais que podem influenciar o raciocínio.

Na quinta e última categoria, destacamos um estudo feito por Shea, Duncan e Stepherson (2015), no qual é apresentado um modelo para alfabetização genética que se baseia em três partes: o uso do conhecimento do conteúdo, a qualidade da argumentação e o papel dos recursos situacionais no raciocínio. O objetivo dos autores foi demonstrar como os alunos de graduação aplicam seus conhecimentos de genética para formular argumentos sobre duas tarefas de raciocínio distintas.

A aplicação do estudo se deu com dois grupos de estudantes de graduação em fases diferentes do curso, aos quais foram apresentadas tarefas onde precisavam aplicar seus conhecimentos sobre genética. Os resultados demonstraram que os

alunos novatos forneciam explicações mais elaboradas em relação a tarefa com questões humanas em comparação com as de questões vegetais, e o inverso acontecia com o grupo avançado (SHEA; DUNCAN; STEPHENSON, 2015). Os autores concluem que características específicas, como o tipo de organismo, podem influenciar um raciocínio mais ou menos sofisticado. Portanto, é de extrema importância apresentar instruções e questões genéticas distintas e variadas em sala de aula a fim de desenvolver as habilidades de argumentação dos estudantes (SHEA; DUNCAN; STEPHENSON, 2015).

Os constantes avanços e aplicações da genética no cotidiano exigem uma educação em genética que forme cidadãos capazes de criticar e argumentar sobre esses assuntos. Assim, recursos que orientem a alfabetização genética bem como o letramento científico são de extrema importância para alcançar tal objetivo (BOERWINKEL; YARDEN; WAARLO, 2017).

4 CONCLUSÃO

A pesquisa aqui desenvolvida teve como principal objetivo o levantamento e análise da produção científica direcionada ao ensino de genética. Para isso, técnicas bibliométricas e análises de conteúdo foram empregadas para gerar resultados quantitativos e qualitativos sobre a amostra pesquisada. Assim, os dados e indicadores relatados neste estudo são capazes de fornecer uma visão geral de como o conhecimento em ensino de genética tem se desenvolvido ao longo do tempo e ao redor do mundo.

Desse modo, a partir dos resultados relatados aqui foi possível perceber a dominância que os Estados Unidos e o Reino Unido exercem sobre o tema, concentrando não só o maior número de publicações como também o maior contingente de autores, instituições e revistas de alto impacto envolvidas no desenvolvimento dessa temática.

Outro ponto a ser destacado é a principal rede de colaboração, que conta com a participação de Universidades dos EUA, da Austrália e Suécia, o que pode indicar locais e pesquisadores empenhados na construção do conhecimento em ensino de genética. Quanto as redes de cocitação, as análises apontaram para três focos principais: compreender o raciocínio dos estudantes e sugerir melhorias no currículo

e nos métodos de ensino em genética, a psicologia educacional voltada para a genética e a influência da genética nos processos de aprendizagem.

Em relação a análise de conteúdo, termos como “algoritmo genético” têm aparecido com bastante frequência nas publicações. Outros termos mais relacionados ao ensino de genética em si e com alto grau de relevância são “aprendizagem ativa” reforçando a tendência das pesquisas educacionais em colocar o aluno como protagonista da construção do conhecimento, e “Essencialismo Genético” demonstrando a preocupação dos pesquisadores em identificar influências preconceituosas no ensino de genética.

Já em relação as análises de conteúdo que tratam da categorização das publicações mais citadas nos últimos 10 anos, dos vinte e dois artigos encontrados, nove são direcionados ao ensino básico e treze direcionados ao ensino superior. Os artigos reunidos trazem dados extremamente relevantes que abordam cinco principais assuntos: questões raciais envolvidas no ensino de genética; metodologias ativas; recursos de ensino e avaliação da aprendizagem; análises curriculares e modelo para alfabetização genética.

Tais dados dão indicativos para futuras pesquisas além de fornecer base para melhorias no ensino e aprendizagem de genética tanto na educação básica como na superior. Uma proposta futura de pesquisa seria analisar o currículo de genética aplicado a professores de biologia em formação, bem como a base de conhecimento em genética de professores de biologia / ciências naturais da rede básica de ensino dos estados brasileiros.

Posto isso, temos ciência das limitações que permeiam nossas análises, pois os resultados apresentados podem não fornecer com exatidão e especificidade a realidade do tema em determinados locais e circunstâncias. No entanto, o objetivo aqui foi fornecer uma visão geral de como o ensino de genética tem evoluído ao longo do tempo, e assim disponibilizar dados orientem e fortaleçam docentes e pesquisadores no desenvolvimento da ciência e da educação em genética.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, S. M.; *et al.* Advancing pharmacogenomics education in the core PharmD curriculum through student personal genomic testing. **American Journal of Pharmaceutical Education**, [S.l.], v. 80, n. 1, fev. 2016. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4776296/>>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- AGARWAL, A. et al. Bibliometrics: tracking research impact by selecting the appropriate metrics. **Asian Journal of Andrology**, [S.l.], v. 18, p. 296–309, mar. / abr. 2016. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4770502/>>. Acesso em: 25 jan. 2022.
- AIVELO, T.; UITTO, A. Factors explaining students' attitudes towards learning genetics and belief in genetic determinism. **Science Education**, [S.l.], v. 43, n. 9, p. 1408-1425, abr. 2021. Disponível em: < <https://www-tandfonline.ez110.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1080/09500693.2021.1917789?scroll=top&needAccess=true>>. Acesso em: 4 jan. 2022.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**. [S.l.] v. 11, ed. 4, p. 959 – 975, nov. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>. Acesso em: 24 out. 2021.
- BALL, R. **An Introduction to Bibliometrics: New Development and Trends**. [S.l.] Chandos Publishing, 2017.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições70, 2011.
- BARROS, C. T. B. **Análise cienciométrica do ensino de genética ao redor do mundo**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, set. 2020. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25236>>. Acesso em: 18 jun. 2021.
- BARROS, G. D.; RIBEIRO, A. M.; SILVA, D. M. S. O uso de recursos didáticos no ensino de genética: investigando as produções acadêmicas nacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 11., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC, 2017. p. 01-09. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1784-1.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2021.
- BASAK, S. K.; WOTTO, M.; BÉLANGER, P. E-learning, M-learning and D-learning: conceptual definition and comparative analysis. **E-Learning and Digital Media**, [S.l.], v. 15, n. 4, p. 191-216, jul. 2018. Disponível em: < <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2042753018785180>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

BIRKLE, C.; *et al.* Web of Science as a data source for research on scientific and scholarly activity. **Quantitative Science Studies**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 363-376, fev. 2020. Disponível em: < <https://direct.mit.edu/qss/article/1/1/363/15569/Web-of-Science-as-a-data-source-for-research-on>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

BOERWINKEL, D. J.; YARDEN, A.; WAARLO, A. J. Reaching a consensus on the definition of genetic literacy that is required from a twenty-first-century citizen. **Science & Education**, [S.l.], v. 26, p. 1087-1114, nov. 2017. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-017-9934-y>>. Acesso em: 4 jan. 2022.

CANTO, F. L. **Análise de citação de teses: uma abordagem por área do conhecimento**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/186803>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

CARVALHO, I. A.; PEREIRA, M. B. M.; ANTUNES, J. E. Proposta de jogo didático para o ensino de genética como metodologia ativa no ensino de biologia. **Revista Eletrônica de Educação**, [S.l.], v. 15, p. 1-14, jan./dez. 2021. Disponível em: < <http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/4506/1201>>. Acesso em: 4 jan. 2022.

CASAGRANDE, G. L. **A genética humana no livro didático de biologia**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88524>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

CASTANHA, R. G.; BUFREM, L. S.; BOCHI, F. Estudos relacionados de citação: cocitação, acoplamento bibliográfico e geneologia científica. In: GRÁCIO, M. C. C.; *et al.* (orgs.). **Tópicos da bibliometria para bibliotecas universitárias**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, ed. 1, 2020. p. 134-162. Disponível em: < https://books.google.com.br/books?id=uFQzEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 23 nov. 2021.

CATARINACHO, R. L. **O ensino de genética com super-heróis: uma abordagem mutante na sala de aula**. São Paulo, 2011. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Presbiteriana Mackenzie. 2011. Disponível em: <<https://silo.tips/download/universidade-presbiteriana-mackenzie-centro-de-ciencias-biologicas-e-da-saude-cu-40#>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

CHAGWIZA, C. J.; MAHARAJ, A.; BRIJLALL, D. Formulating a Modified Genetic Decomposition for the Concept of 'Limit of a Sequence'. **African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education**, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 333-347, jul. 2020. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/18117295.2020.1839709?scroll=top&needAccess=true>>. Acesso em: 19 dez. 2021.

CHRISTOPHER, M. E.; *et al.* Genetic and environmental etiologies of the longitudinal relations between prereading skills and reading. **Society for Research in Child Development**, [S./], v. 86, n. 2, p. 342-361, mar. / abr. 2015. Disponível em: < <https://srcd-onlinelibrary-wiley.ez110.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1111/cdev.12295>>. Acesso em: 27 nov. 2021.

CHOI, J.; YI, S.; LEE, K.C. Analysis of keyword networks in MIS research and implications for predicting knowledge evolution. **Information & Management**, [S./], v. 48, n. 8, p. 371-381, dec. 2011. Disponível em: <[Analysis of keyword networks in MIS research and implications for predicting knowledge evolution - ScienceDirect](#)>. Acesso em: 18 nov. 2021.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

DAR-NIMROD, I.; HEINE, S. J. Genetic essentialism: on the deceptive determinism of DNA. **Psychological Bulletin**, [S./], v. 137, n. 5, p. 800-818, set. 2011. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3394457/>>. Acesso em: 29 nov. 2021.

DAUER, J. T.; *et al.* Analyzing change in students' gene to evolution models in college level introductory biology. **Journal of Research in Science Teaching**, [S./], v. 50, n. 6, p. 639-659, jun. 2013. Disponível em: < <https://onlinelibrary-wiley.ez110.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1002/tea.21094>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

DONOVAN, B. M.; *et al.* Genomics literacy matters: Supporting the development of genomics literacy through genetics education could reduce the prevalence of genetic essentialism. **Journal of Research in Science Teaching**, [S./], v. 58, n. 4, p. 520-550, 2021. Disponível em: < <https://doi-org.ez110.periodicos.capes.gov.br/10.1002/tea.21670>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

DONOVAN, B. M. Playing with fire? The impact of the hidden curriculum in school genetics on essentialist conceptions of race. **Journal of Research in Science Teaching**, [S./], v. 51, n. 4, p. 462-496, dez. 2013. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tea.21138>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

DONOVAN, B. M. Framing the Genetics Curriculum for Social Justice: An Experimental Exploration of How the Biology Curriculum Influences Beliefs About Racial Difference. **Science Education**, [S./], v. 100, n. 3, p. 586-616, fev. 2016a. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/sce.21221>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

DONOVAN, B.M. Learned inequality: Racial labels in the biology curriculum can affect the development of racial prejudice. **Journal of Research in Science Teaching**, [S./], v. 54, n. 3, p. 379-411, out. 2016b. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tea.21370>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

DOS SANTOS, V. C.; JOAQUIM, L. M.; EL-HANI, C. N. Hybrid deterministic views about genes in biology textbooks: a key problem in genetics teaching. **Science & Education**, [S.l.], v. 21, p. 543-578, abr. 2012. Disponível em: < <https://link-springer-com.ez110.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007%2Fs11191-011-9348-1>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

DOUGHERTY, M. J.; *et al.* A comprehensive analysis of high school genetics standards: are states keeping pace with modern genetics? **CBE-Life Science Education**, [S.l.], v. 10, n. 3, out. 2017. Disponível em: < https://www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.10-09-0122#_i11>. Acesso em: 12 dez. 2021.

DUNCAN, R. G.; REISER, B. J. Reasoning across ontologically distinct levels: students' understandings of molecular genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, [S.l.], v. 44, n. 7, p. 938-959, fev. 2007. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.20186>>. Acesso em: 29 nov. 2021.

DUNCAN, R.G.; TSENG, K. A. Designing project-bases instruction to foster generative and mechanistic understandings in genetics. **Science Education**, [S.l.], v. 95, n.1, p. 21-56, dez. 2010. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/sce.20407>>. Acesso em: 11 dez. 2021.

DUNCAN, R. G.; *et al.* Promoting middle school students' understandings of molecular genetics. **Research in Science Education**, [S.l.], v. 41, p. 147-167, mar. 2011. Disponível em: < <https://link-springer-com.ez110.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007%2Fs11165-009-9150-0>>. Acesso em: 11 dez. 2021.

FABRÍCIO, M. F. L., *et al.* A compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 1-21, jun. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21172006080106>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

FERRARO, J. L. S. Currículo, experimento e experiência: contribuições da educação em ciências. **Educação**, Porto Alegre, v. 40, n. 1, p. 106-114, jan.-abr. 2017. Disponível em: < <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/view/22751>>. Acesso em: 29 nov. 2021.

FREIDENREICH, H. B.; DUNCAN, R. G.; SHEA, N. Exploring middle school students' understanding of three conceptual models in genetics. **Science Education**, [S.l.], v. 33, n. 17, p. 2323-2349, jan. 2011. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500693.2010.536997?scroll=top&needAccess=true>>. Acesso em: 11 dez. 2021.

FORMEA, C. M.; *et al.* Development and evaluation of a pharmacogenomics educational program for pharmacists. **American Journal of Pharmaceutical Education**, [S.l.], v. 77, n. 1, fev. 2013. Disponível em: < <https://www.ajpe.org/content/77/1/10>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

GARCIA, J. O. *et al.* Pandemia da covid-19 como fenômeno integral e central na educação em ciências. **HOLoS**, [S.l.], v. 1, p. 1-14, jun. 2021. Disponível em: <<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/11634>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

GOLBACH, T. **Entre receitas, programas e códigos: as ideias sobre genes em diferentes contextos**. 2006. Tese (Doutorado em Genética) - Programa de Difusão de C & T - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/download/37428/28750/124443>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

GOMES, M. M.; SALLES, S. E.; LOPES, A. C. Currículo de ciências: estabilidade e mudança em livros didáticos. **Educação e Pesquisa**, [S.l.], v. 39, n. 2, jun. 2013. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/ep/a/Tw6H4zT8GKxwmQzrLy4WTzJ/?lang=pt> >. Acesso em: 4 jan. 2022.

GOUVEIA, L. B.; *et al.* Algoritmos genéticos: aplicando a teoria a um estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 21053-21077, mar. 2021. Disponível em: < <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/25510/20315>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

HARLAAR, N.; *et al.* Genetic influences on early word recognition abilities and disabilities: a study of 7-year-old twins. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, [S.l.], v. 46, n. 4, p. 373-384, mar. 2005. Disponível em: < <https://acamh.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1469-7610.2004.00358.x>>. Acesso em: 29 nov. 2021.

HASSAN, SU.; HADDAWY, P. Analyzing knowledge flows of scientific literature through semantic links: a case study in field of energy. **Scientometrics**, [S.l.], v. 103, p. 33-46, abr. 2015. Disponível em: < <https://link-springer-com.ez110.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007%2Fs11192-015-1528-3>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

HASKEL-ITTAH, M.; *et al.* Reasoning about genetic mechanisms: affordances and constraints for learning. **Journal of Research in Science Teaching**, [S.l.], v. 57, n. 3, p. 342-367, mar. 2020a. Disponível em: < <https://onlinelibrary-wiley.ez110.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1002/tea.21595>>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HASKEL-ITTAH, M.; DUNCAN, R. G.; YARDEN, A. Students understanding of the dynamic nature of genetics: characterizing undergraduates explanations for interaction between genetics and environment. **CBE – Life Sciences Educations**, [S.l.], v. 19, n. 3, ago. 2020b. Disponível em: <<https://www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.19-11-0221>>. Acesso em: 28 nov. 2020.

HERNÁNDEZ-TORRANO, D.; SOMERTON, M.; HELMER, J. Mapping research on inclusive education since Salamanca Statement: a bibliometric review of the literature over 25 years. **International Journal of Inclusive Education**, Londres, v. 24, n. 1, mar. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1747555>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

HILÁRIO, C. M.; FREITAS, J. L. Indicadores de colaboração científica: aspectos éticos, práticos e formas de mensuração. In: GRÁCIO, M. C. C.; *et al.* (orgs.). **Tópicos da bibliometria para bibliotecas universitárias**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, ed. 1, 2020. p. 71-93. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=uFQzEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 23 nov. 2021.

HAWORTH, C. M. A.; *et al.* Understanding the science learning environment: a genetically sensitive approach. **Learning and Individual Differences**, [S.l.], v. 23, p. 145-150, fev. 2013. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez110.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1041608012001094?via%3Dihub>>. Acesso em: 28 nov. 2021.

HUANG, M.; WANG, Z.; CHEN, T. Analysis on the theory and practice of industrial symbiosis based on bibliometrics and social network analysis. **Jounal of Cleaner Production**, [S.l.], v. 2013, p. 956-967, mar. 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618338435>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

HWANG, G.-J.; *et al.* An enhanced genetic approach to optimizing auto-reply accuracy of an e-learning system. **Computers & Education**, [S.l.], v. 51, n. 1, p. 337-353, ago. 2008. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez110.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0360131507000577?via%3Dihub#!>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

INEP. **Thesaurus Brasileiro da Educação**, 2020. Pesquisa de termos no Thesaurus Brasileiro da Educação. Disponível em: <http://pergamum.inep.gov.br/pergamum/biblioteca/pesquisa_thesauro.php?resolution=1024_1>. Acesso em: 10 ago. 2021.

JAMIESON, A.; RADICK, G. Genetic determinism in the genetics curriculum. **Science & Education**, [S.l.], v. 26, p. 1261-1290, jul. 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-017-9900-8#Sec18>>. Acesso em: 11 dez. 2021.

KELLER, J. In genes we trust: the biological component of psychological essentialism and its relationship to mechanisms of motivated social cognition. **Journal of Personality and Social Psychology**, [S.l.], v. 88, n. 4, p. 686-702, 2005. Disponível em: < <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0022-3514.88.4.686>>. Acesso em: 29 nov. 2021.

KRECHETOV, I.; ROMANEKO, V. Implementing the adaptive learning techniques. **Voprosy Obrazovaniya / Educational Studies Moscow**, [S.l.], n. 2, p. 252-277, 2020. Disponível em: < <https://vo.hse.ru/en/2020--2/373410249.html>>. Acesso em: 22 nov. 2021.

LEITE, M. E. P. Reflexões sobre a pesquisa científica feminina: desafios em tempos de pandemia. **DIGITUS**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 75 – 82, jan./abr. 2021. Disponível em: <<https://geplat.com/digitus/index.php/rdg/article/view/16/10>>. Acesso em: 08 nov. 2021.

LEWIS, J.; KATTMANN, U. Traits, genes, particles and information: re-visiting students understandings of genetics. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 26, n. 2, p. 195-206, fev. 2004. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0950069032000072782>>. Acesso em: 29 nov. 2021.

LOCK, R.; MILES, C. Biotechnology and genetic engineering: students' knowledge and attitudes. **Journal of Biological Education**, [S.l.], v. 27, n. 4, p. 267-272, 1993. Disponível em: < <https://web-aebscohost.ez110.periodicos.capes.gov.br/ehost/detail/detail?vid=0&sid=9366eed2-ccfd-422b-9da3-88922abf1c7f%40sdc-v-sessmgr02&bdata=JnNpdGU9ZWWhvc3QtbGI2ZQ%3d%3d#AN=9503271899&db=aph>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

LUCKESI, C. C. O que é mesmo o ato de avaliar a aprendizagem. **Revista Pátio**, Porto Alegre, v. 3, n. 12, fev./abr. 2000. Disponível em: < <https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/2511.pdf>>. Acesso em: 4 jan. 2022.

MACEDO, A. F. Genética Comportamental. In: MACEDO, A. F.; PEREIRA, A. T.; MADEIRA, N. **Psicologia na Medicina**, [S.l.], LIDEL Edições Técnicas, 2018. p. 135-154. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/327230436_Psicologia_na_Medicina>. Acesso em: 19 nov. 2021.

MARBACH-AD, G.; STAVY, R. Students cellular and molecular explanations os genetic phenomena. **Journal of Biological Education**, [S.l.], v. 34, n. 4, p. 200-205, 2000. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00219266.2000.9655718>>. Acesso em: 29 nov. 2021.

MARTÍNEZ, M. A. *et al.* Analyzing the scientific evolution of social work using science mapping. **Research on Social Work Practice**, [S.l.], v. 25, n. 2, p. 257–277, feb. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/1049731514522101>>. Acesso em: 10

jun. 2021.

MELO, J. R.; CARMO, E. M. Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 3, p. 592-611, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132009000300009>>. Acesso em: 25 out. 2021.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa e mapas conceituais**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013.

MOURA, J. *et al.* Biologia/Genética: o ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, jul/dez. 2013. Disponível em: <<https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/13398/0>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

MUNSON, A.; PIERCE, R. Flipping content to improve student examination performance in a pharmacogenomics course. **American Journal of Pharmaceutical Education**, [S.l.], v. 79, n. 7, set. 2015. Disponível em: <<https://www.ajpe.org/content/79/7/103>>. Acesso em: 11 dez. 2021.

OLIVEIRA, M. L. *et al.* Genética na TV: o vídeo educativo como recurso facilitador do processo de ensino aprendizagem. **Experiências no Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 7, n. 1, p. 27-42, mai. 2012. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID172/v7_n1_a2012.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2021.

OLSON, R. K. Genes, environment, an dyslexia the 2005 Norman Geschwind memorial lecture. **Annals of Dyslexia**, [S.l.] v. 56, 2 ed., p. 205-328, set. 2006. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez110.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007%2Fs11881-006-0010-6#citeas>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

OLSON, R. K.; *et al.* Genetic and environmental influences on vocabulary and reading development. **Scientific Studies of Reading**, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 26-46, jan. 2011. Disponível em: <<https://www-tandfonline.ez110.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1080/10888438.2011.536128>>. Acesso em: 27 nov. 2021.

PEREIRA, S. S.; CUNHA, J. S.; LIMA, E. M. Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de genética. **Investigação em Ensino de Ciências**, [S.l.], v. 25, p. 41-59, abr. 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p41>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

PEREIRA, F. P.; ARAÚJO, M. F. V. **O ensino de genética na educação básica: revisão bibliográfica e produção de modelos didáticos**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Estadual do Piauí, Piauí, 2019. Disponível em: <<https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2020/12/TCM-FRANCISCO-PIRES-PEREIRA.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2021.

PEREIRA, M. A.; BARBOSA, M. L. O. Ensino e Educação Especial: análise bibliométrica e metassíntese qualitativa da produção científica indexada na base Web of Science. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 1-32, jul. 2020. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/journal/3131/313162288050/html/>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

PETRILL, S. A.; WILKERSON, B. Intelligence and Achievement: a behavioral genetic perspective. **Educational Psychology Review**, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 185-199, 2000. Disponível em: < [https://link.springer-com.ez110.periodicos.capes.gov.br/article/10.1023%2FA%3A1009023415516](https://link.springer.com.ez110.periodicos.capes.gov.br/article/10.1023%2FA%3A1009023415516)>. Acesso em: 19 nov. 2021.

PIRES, D. F.; SILVA, J. R. de F.; BARBOSA, M. L. de O. Rotação por estações no ensino de embriologia: uma proposta combinando modelos tridimensionais e o ensino híbrido. **Revista de Estudios y Experiencias en Educación**, [S.l.], v. 20, n. 43, p. 415-436, set. 2021. Disponível em: <http://www.rexe.cl/ojournal/index.php/rexe/article/view/862/681>. Acesso em: 19 nov. 2021.

PLOMIN, R.; KOVAS, Y. Generalist genes and learning disabilities. **Psychological Bulletin**, [S.l.], v. 131, n. 4, p. 592-617, 2005. Disponível em: < <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0033-2909.131.4.592>>. Acesso em: 29 nov. 2021.

POLLACK, J.; ADLER, D. Emergent trends and passing fads in project management research: a scientometric analysis of changes in the field. **International Journal of Project Management**, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 236-248, jan. 2015. Disponível em: < [Emergent trends and passing fads in project management research: A scientometric analysis of changes in the field - ScienceDirect](#)>. Acesso em: 18 nov. 2021.

PRICE, R. M.; *et al.* The genetic drift inventory: a tool for measuring what advanced undergraduates have mastered about genetic drift. **CBE-Life Science Education**, [S.l.], v. 13, n. 1, out. 2017. Disponível em: < https://www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.13-08-0159#_i2>. Acesso em: 12 dez. 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª ed. Novo Hamburgo-RS: Feevale. 2013. Disponível em: < https://drive.google.com/file/d/1lp5R-RyTrt6X8UPoq2jJ8gO3UEfM_JJd/view>. Acesso em 25 nov. 2021.

REMSBERG, C. M.; *et al.* Design, implementation, and assessment approaches within a pharmacogenomics course. **American Journal of Pharmaceutical Education**, [S.l.], v. 81, n. 1, fev. 2017. Disponível em: < <https://www.ajpe.org/content/81/1/11.full>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

SADLER, T. D. Evolutionary theory as a guide to socioscientific decision-making. **Journal of Biological Education**, [S.l.], v. 39, n. 2, p. 68-72, 2005. Disponível em: <<https://www-tandfonline.ez110.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1080/00219266.2005.9655964>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

SAGUN, R. D.; PRUDENTE, M. Applying the plan-do-study-act (PDSA) action research model to re-structure the science classroom conforming to the metacognitive orientation standards. **Educational Action Research**, [S.l.], p. 1-17, mar. 2021. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09650792.2021.1894964>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

SANTANA, V. C.; OLIVEIRA, C. R.; RAMOS, R. B. First-year students' perceptions of team-based learning in a new medical genetics course. **Revista Brasileira de Educação Médica** [online], v. 43, n. 3, p. 170-177, mai. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/Hjq49WmRRHZVzqXBYGnxnMN/?lang=en#>. Acesso em: 19 dez. 2021.

SANTOS, F. S. *et al.* Interlocução entre neurociência e aprendizagem significativa: uma proposta teórica para o ensino de genética. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 149-182, mai./ago. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/3947>>. Acesso em: 13 jun. 2021.

SENER, N.; TURK, C.; TAS, E. Improving Science Attitude and Creative Thinking through Science Education Project: A Design, Implementation and Assessment. **Journal of Education and Training Studies**, [S.l.], v. 3, n. 4, p. 57-67, jul. 2015. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1067255.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

SLAVIN, L. J.; HARTSHORNE, T. S. The development of an educational checklist for individuals with CHARGE syndrome. **International Journal of Developmental Disabilities**, [S.l.], v. 67, p. 256-262, 4 ed., 2021. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/20473869.2019.1642639>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

SHEA, N. A.; DUNCAN, R. G.; STEPHERSON, C. A tri-part model for genetics literacy: exploring undergraduate student reasoning about authentic genetics dilemmas. **Research in Science Education**, [S.l.], v. 45, p. 485-507, set. 2015. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez110.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007%2Fs11165-014-9433-y>>. Acesso em: 13 dez. 2021.

SILVA, D. D.; ALMEIDA, C. C.; GRÁCIO, M. C. Associação do fator de impacto e do índice h para a avaliação de periódicos científicos: uma aplicação no campo da Ciência da Informação. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 24, p. 132-151, 6. ed., 2018. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/EmQuestao/article/view/86489>>. Acesso em: 9 nov. 2021.

SILVA, M. A. S. *et al.* Utilização de Recursos Didáticos no processo de ensino e aprendizagem de Ciências Naturais em turmas de 8º e 9º anos de uma Escola Pública de Teresina no Piauí. In: CONNEPI-CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas. **Anais...** Palmas, TO, 2012. Disponível em: <<https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/3849>>. Acesso em: 13 jun. 2021.

SPETH, E. B.; *et al.* Introductory biology students' conceptual models and explanations of the origin of variation. **CBE-Life Sciences Education**, [S.l.], v. 13, n. 3, out. 2017. Disponível em: < https://www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.14-02-0020#_i20>. Acesso em: 12 dez. 2021.

SPRINGER, J. A.; *et al.* Pharmacogenomics training using an instructional software system. **American Journal of Pharmaceutical Education**, [S.l.], v. 75, n. 2, mar. 2011. Disponível em: < <https://www.ajpe.org/content/75/2/32>>. Acesso em: 11 dez. 2021.

SUELA, S. C; MORETO, E. R; FREITAS, R. R. Bibliometria e seus Métodos de Pesquisa: Um Estudo nas Bases de Dados Scopus e Web of Science. **Rev. FSA**, Teresina, v.18, n. 6, art. 8, p. 151- 168, jun. 2021. Disponível em: <http://www4.unifsa.com.br/revista/index.php/fsa/article/view/2302/491492842>. Acesso em: 22 out. 2021.

THOMPSON, D. F.; WALKER, C. K. A descriptive and historical review of bibliometrics with applications to medical sciences. **Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy**, Lenexa, v. 35, n. 6, p. 551-559, maio. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/phar.1586>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

THOMPSON, H. J.; BROOKS, M. V. Genetics and genomic in nursing: evaluating Essentials implementation. **Nurse Education Today**, [S.l.], v. 31, n. 6, ago. 2011. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21093123/>>. Acesso em: 13 dez. 2021.

THURTLLE-SCHMIDT, D. M.; LO, T-W. Molecular biology at the cutting edge: a review on CRISPR/CAS9 gene editing for undergraduates. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, [S.l.], v. 46, n. 2, p. 195-205, jan. 2018. Disponível em: < <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bmb.21108>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

TRUCOLO, C. C.; DIGIAMPIETRE, L. A. Análise de tendências da produção científica nacional na área de ciências da informação: estudo exploratório de mineração de textos. **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, [S.l.] v. 3, n. 2, p. 87-94, jul./dez. 2014. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/atoz/article/view/41341>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

UNESCO. **UNESCO Thesaurus**, 2020. Pesquisa de termos no thesaurus internacional da UNESCO. Disponível em: < <http://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/en/>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no Ensino Superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, [S.l.], v. 4, p. 79-97, ago. 2014.

Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/er/a/GLd4P7sVN8McLBcbdQVyZyG/?format=pdf&lang=pt>>.

Acesso em: 20 nov. 2021.

WILLIAMS, M.; *et al.* Exploring middle school students' conceptions of the relationship between genetic inheritance and cell division. **Science Education**, [S.l.], v. 96, n. 1, p. 78-103, ago. 2011. Disponível em: <

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/sce.20465>>. Acesso em: 11 dez. 2021.

WILKES, M. S.; *et al.* Increasing confidence and changing behaviors in primary care providers engaged in genetic counselling. **BMC Medical Education**, [S.l.], v. 17, n. 163, set. 2017. Disponível em: <

<https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-017-0982-4>>.

Acesso em: 11 dez. 2021.

Documento Digitalizado Público

TCC do Caio Cesar Marques de Oliveira

Assunto: TCC do Caio Cesar Marques de Oliveira
Assinado por: Sílvia Fernandes
Tipo do Documento: Trabalho de Conclusão de Curso - TCC
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Público
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

■ **Sílvia Dias da Costa Fernandes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 10/02/2022 17:00:02.

Este documento foi armazenado no SUAP em 10/02/2022. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 314815

Código de Autenticação: c975838eb8

