

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM PRÁTICAS EDUCACIONAIS EM CIÊNCIAS E  
PLURALIDADE**

**CRISTINA TEREZINHA BORGES DE BARROS**

**ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA DO ENSINO DE GENÉTICA AO REDOR  
DO MUNDO**

**PROJETO DE PESQUISA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**DOIS VIZINHOS**

**2020**

Cristina Terezinha Borges de Barros

## **ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA DO ENSINO DE GENÉTICA AO REDOR DO MUNDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título Especialização, do Curso de Especialização Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade, modalidade à distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Nédia de Castilhos Ghisi

**DOIS VIZINHOS**

**2020**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Dois Vizinhos



---

## FOLHA DE APROVAÇÃO

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao minha orientadora Prof. Dr. Nédia de Castilhos Ghisi, pela sabedoria e dedicação com que me guiou nesta trajetória.

Ao polo do Curso, pela cooperação.

Ao meu querido marido por todo o seu amor, incentivo, apoio e paciência.

Enfim, a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

Para o espírito científico, todo o conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído. (BACHELARD, 1996, p. 18).

## RESUMO

BARROS, Cristina Terezinha Borges de. **ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA DO ENSINO DE GENÉTICA AO REDOR DO MUNDO**. 2020. 34 f. Monografia (Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

Os conhecimentos em genética têm sido considerados cada vez mais necessários nos mais variados setores da sociedade contemporânea, uma vez que a genética aplicada tem apresentado grande progresso nos últimos tempos, tanto nos seus aspectos tecnológicos quanto conceituais. Sua constante presença nos meios de comunicação levou a criação de um grau maior de interesse por parte da população, assim como, de diversos setores da sociedade nos avanços da biologia moderna. Gerou-se assim a necessidade de conhecer se a educação em genética tem acompanhado o desenvolvimento da genética aplicada, e para tal, este estudo trata de uma análise cienciométrica da literatura dos artigos publicados na plataforma *Web of Science* (WoS) até agosto de 2020, encontrados através da busca com as palavras chaves: *genetics teaching* ou *genetics learning*. Uma vez feita a pesquisa na WoS, foi usada a ferramenta “Analisar Resultados”. Uma análise das citações foi também realizada usando a ferramenta “Criar relatório de citação”. Os registros, incluindo títulos, resumos e referências citadas, foram analisados no Citespace, um software, projetado para facilitar a análise através de algoritmos específicos para fins de cienciométrica. Foram encontradas 63 publicações. Após a análise quanto a relevância e aderência para a temática do trabalho, realizou-se o refinamento e restaram 50 publicações. Destaca-se que este é um número relativamente baixo de publicações na área, a pesquisa buscou as publicações desde 1945. Porém a primeira publicação é datada de 1982, atingindo um número mais expressivo na segunda década do século XXI. Sendo que uma quantidade significativa das publicações é em inglês. O Estados Unidos da América foi o país com o maior número de publicações, com 16 seguido do Brasil e da Inglaterra com 7 cada. Mesmo nos países que falam português, espanhol ou outros idiomas, há uma preferência por publicar em inglês. Entre as palavras chaves mais destacada encontramos palavras como biologia, tecnologias educacionais, biologia educacional e estudos de classe. No entanto apesar das palavras chaves que mais aparecem serem referentes a educação, ainda há diferenças alarmantes entre o número de publicações feitas na área da genética clínica que possui números muito superior que na área da educação em genética. Indicando que há muito para se avançar no ensino de genética para conseguir acompanhar a genética aplicada, suas constantes novidades e descobertas cada vez mais avançadas e rápidas, que acaba por deixar o ensino em genética cada vez mais defasado em decorrência dos atrasos ainda presente no ensino.

**Palavras-chave:** Conhecimento em Genética. Aprendizagem em Genética. Publicações em Genética. Cienciométrica. Biologia Moderna.

## ABSTRACT

BARROS, Cristina Terezinha Borges de. SCIENTOMETRICAL ANALYSIS OF THE GENETICS TEACHING AROUND THE WORLD. 2020. 34 f. Monograph (Specialization in Educational Practices in Science and Plurality) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

Genetic knowledge has been considered increasingly necessary in the most varied sectors of contemporary society, since applied genetics has made great progress in recent times, both in its technological and conceptual aspects. Its constant presence in the environment has led to creation of a greater degree of interest on the part of the population, as well as, of different sectors of society in the advances of modern biology. Thus it was generated the need to know if education in genetics has managed to follow the development of applied genetics, for this purpose this study is a scientometric analysis of the literature of articles published on the Web of Science (WoS) platform until May 2020 found through the search with the keywords: genetics teaching or genetics learning. Once the search was made on the WoS, the “Analyze Results” tool was used. An analysis of citations was also carried out using the “Create citation report” tool in WoS. The records, including titles, abstracts and references cited, were then sent to Citespace, which is software, designed to facilitate analysis. 63 publications were found. Which were subjected to an analysis for relevance to the work, refinement was carried out and 50 publications remained. It is noteworthy that this is a relatively low number of publications in the area, considering that the research sought publications from the year 1945. However, the first publication is dated 1982, reaching a number more expressive in the second decade of the 21st century. A significant number of publications are in English. The United States was the country with the largest number of publications, with 16 followed by Brazil and England with 7 each. Even in countries that speak Portuguese, Spanish or other languages, there is a preference for publishing in English. Among the most prominent keywords we find words like biology, educational technologies, educational biology and class studies. However, despite the key words that appear most often refer to education, there are still alarming differences between the number of publications made in the area of clinical genetics and education in genetics. Indicating that there is a lot to advance in the teaching of genetics in order to be able to keep up with applied genetics, its constant news and discoveries increasingly advanced and fast, which ends up leaving the teaching in genetics each made more delayed due to the delays still present in teaching.

**Keywords:** Knowledge in genetics. Learning in Genetics. Publications in Genetics. scientometric. Modern biology.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 REVISÃO LITERÁRIA .....</b>	<b>10</b>
2.1 HISTÓRIA DA GENÉTICA.....	10
2.2 ENSINO DE GENÉTICA .....	12
2.3 CIENCIOMETRIA.....	14
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Genética é a ciência que estuda o fenômeno da reprodução dos seres vivos, avalia a distribuição dos alelos, a localização destes, os desvios de segregação e a evolução, sendo básica na biologia, uma vez que a reprodução e os demais aspectos dos seres vivos são reflexos da estrutura e do funcionamento do material genético (JUSTINA; FERRARI, 2010).

Os conhecimentos genéticos têm sido considerados cada vez mais necessários nos mais variados setores da sociedade contemporânea, sejam para selecionar cruzamentos de animais ou de plantas para obter variedades mais produtiva ou mais resistente a pragas, seja para indicar a probabilidade de uma pessoa desenvolver doença hereditária, ou na manipulação de genótipos dos organismos, na produção de remédios (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2010), ou ainda, na influência da genética na performance esportiva e na regulação hormonal (TRINDADE et. al., 2017).

No momento o que mais tem chamado à atenção, uma vez que se tornou uma crise mundial, é a pandemia de COVID-19 decorrente do novo coronavírus (SARS-CoV-2) que é um vírus +ssRNA com envelope, pertencente ao gênero Betacoronavirus. Isto levou os holofotes a se voltarem mais uma vez para a genética, seja pelo trabalho de sequenciamento genético do novo coronavírus ou pelo exame para detectar a presença deste no organismo, pois o exame mais eficiente até o momento é um teste de biologia molecular que identifica o material genético do vírus, sendo esse o teste mais confiável no diagnóstico do COVID-19 dentro de limites de tempo de infecção estabelecidos (SECRETARIA DE SAÚDE – CE, 2020).

A Genética tem apresentado muito progresso nos últimos tempos, tanto nos seus aspectos tecnológicos quanto conceituais, e sua constante presença nos meios de comunicação levou a criação de um grau maior de interesse por parte da população, assim como, de diversos setores da sociedade nos avanços da biologia moderna. Esses são temas pertinentes em todas as áreas do conhecimento, pois são essenciais para a formação do cidadão funcional em uma sociedade moderna e participativa. Portanto, compreender a genética e o progresso desta ciência são essenciais para conseguir desenvolver uma visão crítica, que se faz necessária na sociedade contemporânea que gera novas informações a todo o momento

(JUSTINA; FERRARI, 2010) as quais precisam ser interpretadas e avaliadas se uteis ou não, verdadeira ou falsa.

Mas, será que as pessoas realmente compreendem o que é a genética, e por que está é uma ciência que ainda é considerada como muito difícil por parte dos alunos e até mesmo de alguns professores de ciência. Para melhor elucidar essas questões este estudo se trata da análise cienciométrica da literatura dos artigos publicados na plataforma *Web of Science* (WoS) até agosto de 2020 encontrados através da busca com as palavras chaves: *genetics teaching* ou *genetics learning*. Desta forma podemos compreender melhor como se dá o ensino de genética ao redor do mundo e se este se mostra progredindo na mesma velocidade com que ocorre o progresso nos campos da genética aplicada.

A ciencimetria foi o método utilizado nessa pesquisa por se tratar do estudo dos aspectos quantitativos da ciência enquanto uma disciplina. Sendo um segmento da sociologia da ciência, podendo ser aplicada no desenvolvimento de políticas científicas. Envolve estudos quantitativos das atividades científicas, incluindo a publicação (MACIAS-CHAPULA, 1998). Pode ser definida como o estudo da mensuração e quantificação do progresso científico, em que a pesquisa se baseia em indicadores bibliométricos (PARRA; COUTINHO; PESSANO, 2019).

## 2 REVISÃO LITERÁRIA

### 2.1 HISTÓRIA DA GENÉTICA

Não são raros os livros de Biologia do Ensino Fundamental e Médio que trazem o botânico austríaco Gregor Johann Mendel (1822-1884), como fundador da Genética, não abordando os demais estudiosos que contribuíram para a formulação das teorias que fundamentam esta ciência. Realmente as contribuições de Mendel são de grande importância e bastantes conhecidas, mas ele não foi o único, e em seu significativo trabalho “Experimentos de hibridização de plantas”, publicado em 1866, o próprio faz referência aos contribuintes dessa ciência:

“numerosos observadores cuidadosos, como Kölreuter, Gärtner, Herbert, Lecoq, Wichura e outros, dedicaram parte de suas vidas com perseverança inesgotável. Gärtner, especialmente em seu trabalho, a produção híbrida no reino vegetal, registrou observações muito valiosas; e, recentemente, Wichura publicou os resultados de algumas investigações profundas sobre os híbridos do salgueiro. (MENDEL [1866], 1996, p. 1.)”.

Não se pretende aqui diminuir a importância das contribuições de Mendel para a Genética, mas julga-se importante para a história desta ciência que o público tenha em mente que o estudioso não a desenvolveu sozinho. Assim como as outras ciências também são frutos das contribuições de vários estudos e cientistas (PRESTES; MARTINS, 2016). Os trabalhos desenvolvidos por Mendel só foram ganhar repercussão e visibilidade quase meio século depois, após 1900, momento que se redescobriu e se estabeleceu a base da Genética, de acordo com a teoria desenvolvida por ele (FONSECA, 1997) e pelo estudo de muitos outros pesquisadores. Assim chegou-se à compreensão que as características dos seres vivos eram influenciadas por partículas internas, surgindo assim a genética moderna, de acordo com a qual os genes podem sofrer modificações, que poderá levar a mudanças de certas características do organismo (JUSTINA; FERRARI, 2010).

No século XX, Jacob apontou para três possibilidades de análise da hereditariedade, sendo a função dos caracteres; a mutação por meio de suas modificações; recombinação através das suas articulações. Julgando que cada um destes métodos permitia a redução do material genético em unidades estrutural e funcional, ou seja, em genes (JACOB, 1983. Apud JUSTINA; FERRARI, 2010). Esta

ideia de que os genes são unidades de função ainda encontram apoiadores dentro da pesquisa atual. Porém, o conceito de gene tem outras teorias, tem alguns pesquisadores que buscam disseminar a ideia de que os genes não se encontram no DNA, mas são construídos pela célula a partir de sequências de DNA. Assim sendo, os genes seriam encontrados em mRNAs maduros, processados, em vez de estarem presentes no DNA. O conceito de genes é relativamente recente, ainda tendo muito que ser pesquisado e esclarecido (JOAQUIM; EL-HANI, 2010).

Foi somente em 1953 que Francis Crick, James Watson e Maurice Wilkins, quando trabalhavam na Universidade de Cambridge, no Reino Unido, propuseram a estrutura tridimensional da molécula de DNA (a dupla hélice). Dentre os episódios científicos mais marcantes para o desenvolvimento de tal modelo, pode-se destacar a participação da física Rosalind Elsie Franklin com seu trabalho com o DNA, que é considerado fundamental para a construção do modelo. Entretanto, a importância do trabalho não foi devidamente reconhecida por Crick e Watson, o que teria levado o trabalho de Franklin ficasse à margem da história. Mas, é sabido que os dados fornecidos pelo trabalho da cientista foram fundamentais para a construção do modelo da dupla hélice do DNA, então ela deveria merecer um reconhecimento maior do que lhe é dispensado (SILVA, 2010).

A evidenciação da dupla hélice do DNA abriu novos caminhos possibilitando avanços na genética assim como em outras áreas das ciências, gerando perspectiva até mesmo da fabricação de medicamentos personalizados de acordo com a sequência genética de cada um (GÓES; OLIVEIRA, 2014).

Tendo decorrido exatos 50 anos depois da descrição da dupla hélice, em abril de 2003, o Projeto Genoma Humano (PGH), que havia sido iniciado em 1989, foi finalizado, caracterizando outro grande momento da ciência. O sequenciamento do genoma humano acabou se tornando uma competição entre um grupo que se caracterizou como sendo um consórcio público internacional, liderado pelo National Human Genome Research Institute (NHGRI), subordinado ao National Institute of Health (NIH) dos Estados Unidos, que reuniu equipes de pesquisa e laboratórios de vários países. E sua concorrente a empresa privada Celera Genomics, que enxergou a possibilidade de lucro com o patenteamento de regiões do genoma humano levando atraindo o interesse do cientista e empresário em biotecnologia John Craig Venter, que, em maio de 1998, anunciou a criação da empresa. As publicações dos rascunhos ocorreram em fevereiro de 2001, dias 15 e 16, respectivamente pelas

revistas Nature que publicou o rascunho do consórcio e Science que publicou o rascunho da Celera Genomics. A conclusão oficial do projeto aconteceu em abril de 2003 (GÓES; OLIVEIRA, 2014).

É interessante lembrar que os conhecimentos em genética vêm se desenvolvendo rapidamente nas últimas décadas e, portanto, quando se aborda esta ciência é imprescindível o tratamento de achados bastante recentes, levando a fazer uma história contemporânea o que não é nada fácil, pois surgem novas teorias e descobertas constantemente, obrigando todo o estudioso que deseja lograr do conhecimento dessa ciência ou do professor que necessita abordar em sala de aula os conhecimentos produzidos, a constante atualização.

## 2.2 ENSINO DE GENÉTICA

Com a redescoberta das leis de Mendel no início do século XX, a ciência moderna ganhou uma promissora área, chamada de Genética que arrebatou o interesse de cientistas e instituições de vários países. Inicialmente foi empregada nos estudos da variação e hereditariedade a fim de contribuir com o melhoramento de espécies úteis na agricultura e de espécies animais, sendo também nesse período aplicada, tendenciosamente, na área da eugenia. Estudos como a hereditariedade, evolução e diferenciação racial na espécie humana, foram utilizados em larga escala para reforçar o racismo, principalmente em países como a Alemanha e os Estados Unidos da América (EUA), assim como em muitos outros países do globo só que com menos repercussão (SOUZA; et. al., 2013; JUSTINA; FERRARI, 2010).

Os conceitos de genética têm fornecido subsídios capazes de modificar a forma com que os humanos enxergam a própria espécie e as demais, assim como as relações entre si, com as outras espécies e com restante do universo (GRIFFITHS, 1993). Por outro lado, é interessante percebermos que a visão do universo e a posição frente ao mesmo foram e são construídas lentamente e que esta conta com um peso muito grande, da sociedade, na qual a pessoa está inserida, pois esta influencia na aceitação ou rejeição e/ou ignorância frente aos estudos genéticos (JUSTINA; FERRARI, 2010). Portanto para que haja uma

compreensão dos espectros que envolvem a genética se faz necessária uma maior compreensão da biologia e das áreas afins.

Veamos que o melhoramento animal teve origem nos trabalhos iniciais do fazendeiro inglês, Robert Bakewell no século 18, pois ele sabia que pais superiores eram mais prováveis de produzirem progêneses superiores do que os pais inferiores, e baseou nisso os cruzamentos e difundiu a ideia de acasalamento do melhor com o melhor (PEREIRA, 2008). Porém os cursos voltados para o melhoramento das variedades agrícolas basaram a ser oferecidos em alguns lugares do mundo na década de 1910 em instituições de concessão de terra. Não se sabe muito bem, como eram as estratégias pedagógicas, mas como o ensino tradicionalmente se dava principalmente através de palestra, tudo leva a acreditar que esse foi o caso. Desde então o ensino de genética só se expandiu, hoje é uma parte elementar do ensino de biologia, servindo de base para a compreensão para o fluxo de informações, para intercâmbio e armazenamento de informações. A Genética se tornou grandemente estudada, sendo um assunto corriqueiro na mídia, o que gera notícias constantes e possibilita impactos na saúde e nas sociedades (SMITH; WOOD, 2016).

Os impactos ou as conquistas propiciadas com os avanços da genética implicam em uma nova forma de gerenciar a vida, requerendo que os cidadãos tenham uma base sólida de conhecimento que a escola pode e deveria oferecer, agindo como facilitadores da educação científica. Educação esta que transpassa a tradicional decoreba, implicando em conseguir utilizá-los em outros contextos tanto acadêmicos quanto cotidianos, ou seja, conseguir transferir os conhecimentos científicos para contextos diferentes. Para tal, se faz necessário superar a educação rudimentar e levar os professores e alunos a compreender que o ensino de ciências está intimamente ligado ao ensino da natureza e dos conhecimentos científicos e que estão em constantes mudanças e adaptações não sendo possível ser concebido como verdade absoluta e incontestável (JUSTINA; FERRARI, 2010).

Veamos que o ensino de ciências tem a finalidade de ajudar os alunos a desenvolver o entendimento de como a ciência funciona e como o conhecimento científico é gerado (PUIG; AGEITOS; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2017). Assim como desenvolver pensamentos críticos a respeito das publicações, do que se ensinam em sala de aula, as matérias e notícias que saem nas mídias e outros meios de comunicação. E é com a finalidade de saber como o ensino de Ciências, mais

precisamente de Genética, tem sido realizado ao redor do mundo nas mais diferentes nações que se justifica a realização deste trabalho, pois para que seja possível compreender genética é necessário que o aluno/cidadão tenha uma compreensão considerável de várias áreas das ciências. Ou seja, em uma educação onde os integrantes estão atentos para o ensino de genética, indica que prezam pela educação científica.

### 2.3 CIENCIOMETRIA

Na década de 1960 se identificou problemas decorrentes do crescimento das atividades científicas e foi utilizado indicadores estatísticos para apontar que as atividades da ciência apresentavam crescimento exponencial, isto é, cresciam de acordo com a regras de juros compostos, multiplicando-se em intervalos de tempos iguais. Deste modo, cada disciplina deparou-se com problemas específicos de medição de suas atividades de pesquisa, levando ao desenvolvimento de técnicas particulares de mensuração (CANTO, 2018).

Propiciando assim que as atividades se desenvolvam por meio de métodos e técnicas padronizadas e sistematizadas que possibilita uma visão abrangente de um campo de estudo. Apresentando a sociedade uma noção geral sobre o que se tratam as pesquisas deste campo e de que forma elas podem contribuir para resolver problemas dentro da sua área de conhecimento. Para tal a ciência da informação desenvolveu a bibliometria e também a cienciometria, especificação métrica destinada a aplicações de técnicas numéricas analíticas para estudar a ciência (SPINAK, 1998; Apud. CANTO, 2018).

A Cienciometria analisa a dinâmica da ciência e tem como objeto disciplinas, campos científicos e tecnológicos, além de artigos, patentes, teses e dissertações. Utilizando de técnicas matemáticas e análises estatísticas para investigar as características da pesquisa científica (SPINAK, 1996).

Ou seja, através das abordagens Cienciometria, é possível retratar as ciências, apresentado os seus resultados. Sendo que sua base é a essência da pesquisa científica e da produção do conhecimento (MATTOS, 2019). Que propicia avaliar de forma quantitativa e também qualitativa o conhecimento científico sobre um determinado assunto, podendo a cienciometria ser vinculada com outras

unidades de conhecimentos científicos, em uma relação com várias dimensões para que se possa, além da obtenção dos números quantitativos, possa articular trabalhos que apontem também para as questões qualitativas das publicações (SPINAK, 1996).

Para tal a Cienciometria conta com técnicas que possibilita a aplicação para identificar tendências e crescimento do conhecimento em diferentes disciplinas. Estimar a cobertura das revistas escolas de ensino médio. Identificar os usuários assim como os autores e tendências em diferentes disciplinas. Medir a utilidade da disseminação seletiva de informações. Prever tendências de publicação. Identificar os periódicos principais cada disciplina. Formular políticas de aquisição ajustado ao orçamento. Adaptar as políticas de disposição de resíduos das publicações. Estudo de dispersão e obsolescência da literatura científica. Normas de projeto para padronização. Processos de indexação de design, classificação e preparação de resumos automático. Preveja a produtividade dos editores, autores individuais, organizações, países entre outros (SPINAK, 1998).

Nesse contexto, a cienciometria pode ser vista como atividade de mensuração de todos os aspectos relacionados às atividades científicas, sobretudo no que se refere às inovações tecnológicas que têm impulsionado a ciência atual. Pois a cienciometria, na qualidade da ciência da ciência, é um conjunto de métodos e técnicas quantitativas de coleta e análise de dados relativos à ciência enquanto atividade social e econômica, que deve sua origem em uma visão funcionalista e sociológica da ciência e se preocupa com a construção de indicadores com a finalidade de conduzir a avaliação de resultados de atividades científicas (CANTO, 2018).

### 3 METODOLOGIA

Para a elaboração dessa pesquisa foram utilizados artigos publicados na plataforma *Web of Science* buscados com as palavras: *genetics teaching* ou *genetics learning*. A pesquisa abrange os anos desde 1945 até a data atual da pesquisa (05/08/2020). Encontrou-se 63 publicações, estas foram refinadas quanto à aderência ao tema, sendo rebuscados com base na relevância, que consistiu na leitura dos resumos da cada publicação sendo descartados as que foram indicadas como sendo publicação em ensino de genético ou aprendizagem em genética e quando feito a leitura se identificou que não se tratava de publicações nesses temas, restando 50 publicações. Sendo estas categorizadas de acordo com o idioma em que foram escritos, bem como o país, ano e campo de estudo. Esses dados foram anexados em planilha, possibilitando a análise por gráfico comparativo.

A Cienciometria consiste em uma técnica de abordagem em que a ciência é convertida em um tipo de empresa com insumo e resultados, possibilitando assim os indicadores científicos possam ser divididos em categorias, ou seja, avaliar a produção científica a partir de indicadores numéricos e de análises estatísticas (SPINAK, 1996). A Cienciometria pode também ser ligada a outras unidades de análise do conhecimento científico em um relacionamento em várias dimensões (LEYDESDORFF, 1989; apud SPINAK, 1996), ou seja, Cienciometria pode ser considerada um sistema métrico da informação no campo da Ciência da Informação, que estuda os aspectos quantitativos da ciência e da produção científica, quer como uma disciplina, quer como uma atividade econômica (MATTOS, 2019).

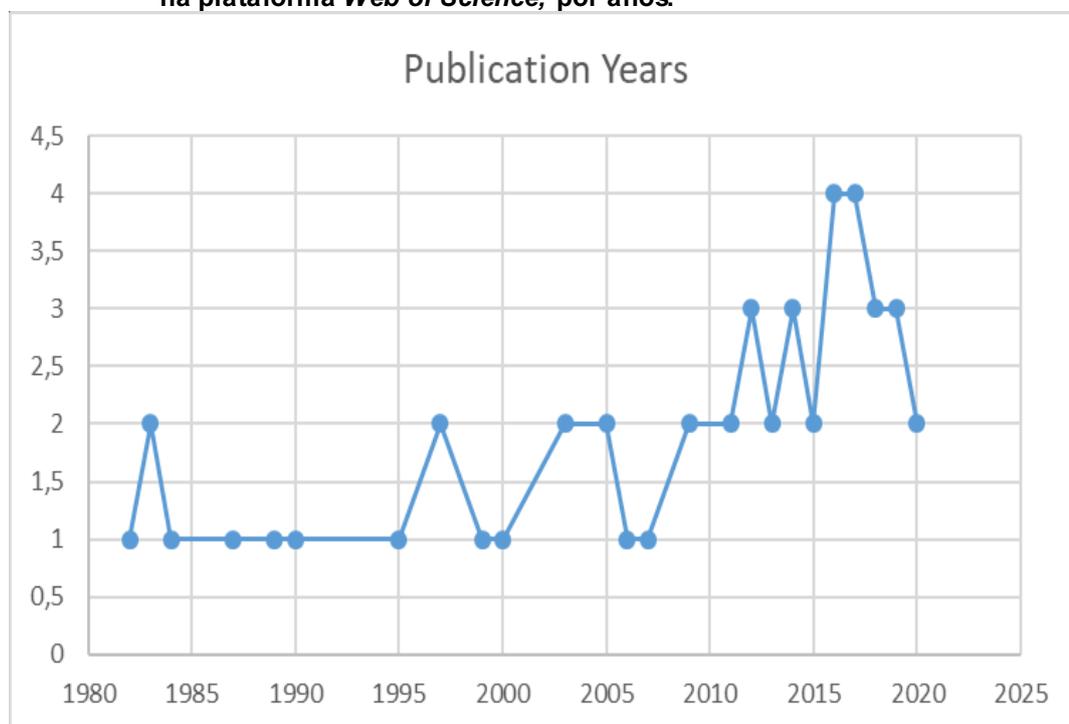
Na *Web of Science*, foi usada a ferramenta “Analisar Resultados”. Uma análise das citações foi também realizada usando a ferramenta “Criar relatório de citação”. Os registros, incluindo títulos, resumos e referências citadas, foram então enviados para a Citespace, que é um software, projetado para facilitar a análise. Neste, cada publicação está associada a um conjunto de dados (dataset). Com isso, pôde-se analisar o dataset de muitas maneiras, selecionando uma variedade de parâmetros e propriedades da pesquisa (CHEN, 2014), também foi utilizado o Microsoft Excel para criar tabela e mapa gráfico em formato 3D, o que nos possibilitou compreender como tem sido concebido o ensino de genética pelo mundo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização da pesquisa na plataforma “Web of Science” em agosto de 2020, com buscas com as palavras: “*genetics teaching*” ou “*genetics learning*” encontrou-se 63 resultados. Estes foram submetidos a uma análise quanto a relevância para o trabalho, realizou-se o refinamento e restaram 50 publicações. Destaca-se que este é um número relativamente baixo de publicações na área, tendo em vista que a pesquisa buscou as publicações a partir do ano 1945.

Observou-se também que estas publicações são recentes, sendo a primeira datada de 1982 (Figura 1), atingindo um número mais expressivo na segunda década do século XXI. O número ainda pequeno de publicações nas áreas investigadas se deve em parte ao fato de que o desenvolvimento de pesquisas no ensino de ciências e educação em ciências, ser uma atividade que despontou nos meados do século XX na esfera mundial (MELO; CARMO, 2009), levando as pesquisas que envolve o ensino em genética ocorrerem mais tarde.

**Figura 1- Distribuição das publicações de ensino de genética encontrada na plataforma *Web of Science*, por anos.**



Fonte: a autora

Uma quantidade significativa das publicações é em inglês (92 %), seguido de publicações em português (6 %) e por último em espanhol (2 %) (Figura 2). Mesmo nos países que falam português, espanhol ou outros idiomas, há preferência

por publicar em inglês. De certa forma, isto facilita para que mais pessoas possam ter acesso e compreensão, uma vez que, se cada pesquisador publicasse em seu idioma nativo seria um tanto mais complexo, em vez, por exemplo, dos brasileiros aprenderem uma língua estrangeira seria necessário traduzir de vários idiomas, o que demandaria de um tempo bastante expressivo, assim como, recurso e energia. Isto desestimularia ainda mais a população geral a fazer leitura de publicações científicas.

**Figura 2- Distribuição das publicações por idioma.**



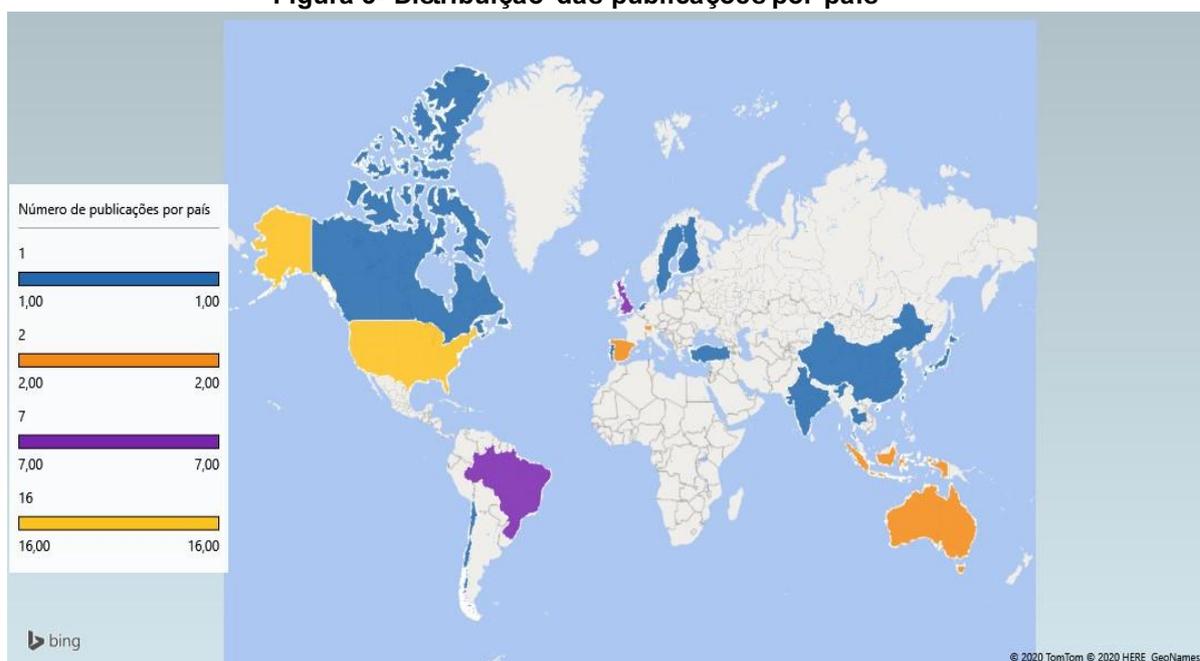
**Fonte: a autora**

As divulgações científicas em ensino operam como um portal entre a academia e o público geral, possuindo papel importante no processo de construção do conhecimento, disponibilizando em linguagem mais acessível as discussões, as notícias e os conhecimentos do cotidiano da pesquisa científica. As divulgações científicas contribuem na educação científica dos cidadãos, que tem cada vez mais acesso as novidades tecnológicas e descobertas científicas. Essas tem influenciado e atuado de forma direta na vida das pessoas, tendo um papel importante nas sociedades contemporâneas (GÓES; OLIVEIRA, 2014).

Propicia-se o entendimento que os conhecimentos científicos e tecnológicos necessitam estar presentes para a formação do cidadão e que essa necessidade cresce à medida que a ciência perde seu caráter de neutralidade e passa a ser

debatida pela sociedade (CASAGRANDE, 2006). Apesar dos números que publicações no ensino de genética ainda serem baixos frente as publicações em genética aplicada, a alguns países destacam-se como o Estados Unidos da América sendo o país com o maior número de publicações, com 16 (Figura 3) seguido do Brasil e da Inglaterra, com 7 cada.

**Figura 3- Distribuição das publicações por país**

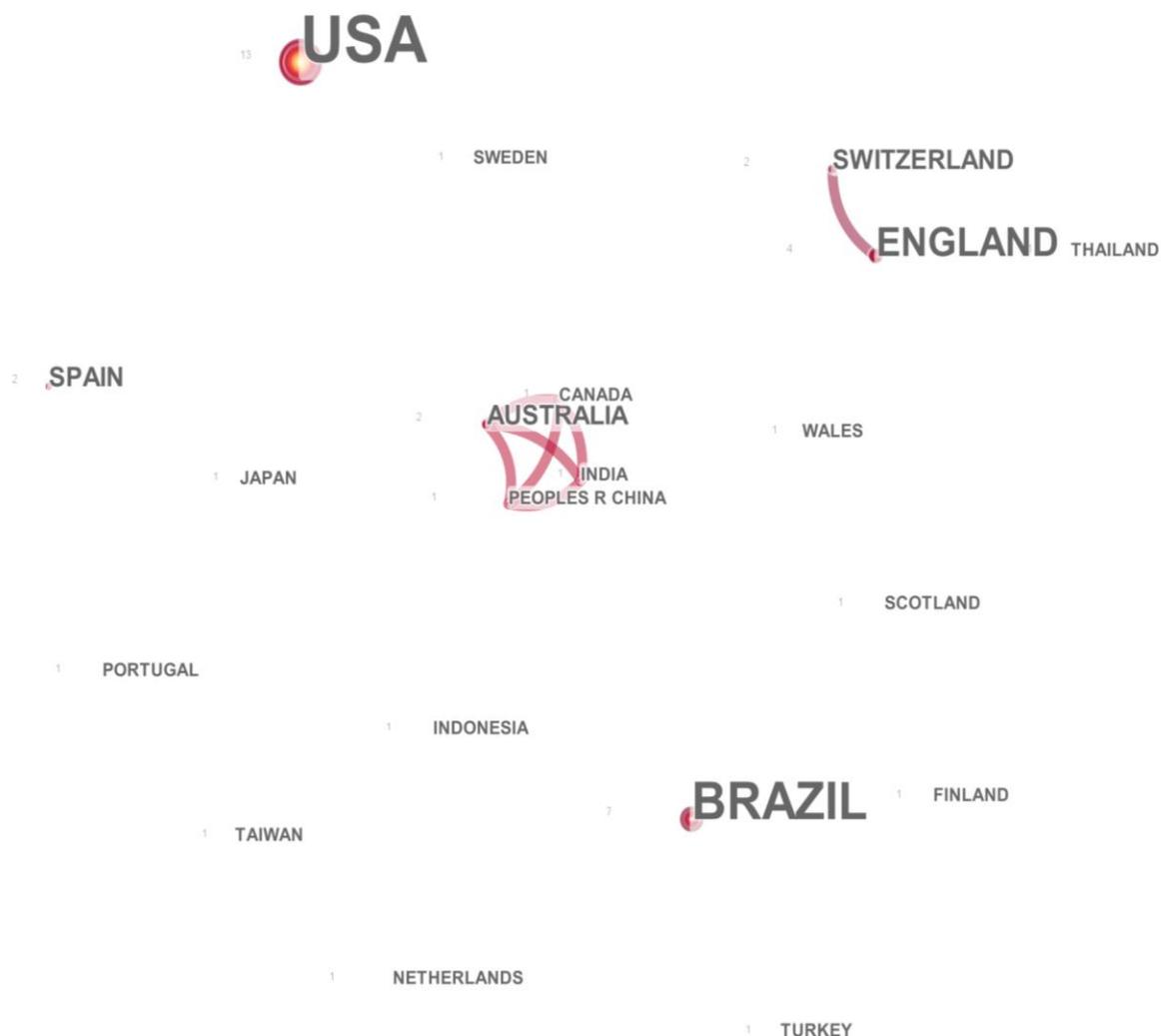


**Fonte: a autora**

O fato do Brasil ocupar o segundo lugar em publicação no Ensino de Genética (Figura 4), indica que o país tem avançado e buscado partilhar da produção e conhecimento científicos com o meio educacional, mas, há indícios fortes e contundentes que ainda é grande o distanciamento entre o ensino de biologia, com ênfase a genética, com os acontecimentos diários dos alunos em meio a sociedade na qual eles estão inseridos (MOURA, et al., 2013).

Há evidencia-se que os demais países não se encontram em uma perspectiva melhor, nem mesmo os EUA ou a Inglaterra que também ocupam posição de destaque, não há indício que o ensino de genética se encontre atualizado com os fatos e pesquisas científicas da área. Isso reflete a situação atual de que ainda há um longo caminho a ser percorrido para o melhoramento e enriquecimento por parte do ensino de genética, para que essa possa fazer as vezes da ponte entre o conhecimento científico e o acesso a este por parte da sociedade.

**Figura 4- Países de autoria das publicações e redes de co-autoria**



**Fonte: a autora**

Podemos observar ainda na figura 4, que alguns países se encontram ligados formando uma rede, no caso do Canadá, Austrália, Índia e China que inter-relacionam-se em decorrência da mesma publicação. A Austrália é portadora de duas publicações, no caso dos demais da rede aparecem em virtude da mesma. Isso ocorre, em decorrência de que uma mesma pesquisa contar muitas vezes com vários pesquisadores, como é o caso da publicação “Cycles of Exploration, Reflection, and Consolidation in Model-Based Learning of Genetics” que contou com a colaboração de Beaumie Kim, Suneeta A. Pathak, Michael J. Jacobson, Baohui Zhang e Janice D. Gobert (KIM et. al., 2015) portanto conta com cinco (5) autores, sendo um de cada país da rede citada e o quinto pesquisador estadunidense. Porém, por motivos desconhecidos os EUA não estão relacionados na rede, mas, o trabalho consta entre as dezesseis (16) publicações do país. Há ainda, outra rede

formada pela Suíça e Inglaterra que também possuem uma publicação em comum, tendo estes dois autores, um de cada país.

Uma mudança na pesquisa em educação em ciências vem se fazendo presente nas duas últimas décadas, resultando em uma nova forma de olhar e elaborar o ensino, que propiciou as transformações nos cursos tradicionais (ROSA; LAPORTA; GOUVÊA; 2006). Isso faz com que se volte a atenção para debater o que se pode exigir que o aluno aprenda. No sistema de educação tradicional se valorizava a memorização, porém é sabido atualmente, que a memorização de grande quantidade de informações e conteúdo sem fazer uma contextualização dessas informações com o cotidiano do aluno se torna obsoleto, ainda mais, em um momento da história em que quase todas essas informações se encontram disponíveis facilmente de forma online (MOURA et al., 2013). Isso, faz com que o papel do professor seja de ajudar o aluno a desenvolver a compreensão dos conceitos principais, assim como propiciar ferramentas para filtrar a enorme quantidade de informações disponível nos meios de comunicação (SMITH e WOOD, 2016) como por exemplo, conseguir avaliar e ter discernimento do que é fato e que é *Fake News*, um assunto tão polemizado atualmente.

Mas para isso se faz necessário que, assim como é investido tempo e recurso na alfabetização ortográfica e gramatical, seja feito também a alfabetização científica e tecnológica, para que os cidadãos do século XXI, possam exercer plenamente sua cidadania, com acesso a uma educação científica que atenda às exigências decorrentes do estado atual do conhecimento científico e as implicações que esse conhecimento tem na vida moderna. Especialmente na genética que não possui um campo muito grande de divulgação científica para a população geral, fazendo com que quando se torna notícia em televisão, jornal e outros meios de comunicação que não o estritamente científico, seja evidencia que as coisas já não são mais como outrora (GÓES; OLIVEIRA, 2014).

Esse fato só enaltece a necessidade de publicações científicas na área de ensino em genética, pois este ainda é o meio que mais aproxima a escola e a população dos feitos científicos desta área, pois a grande maioria da população não possui interesse ou não compreende leituras técnico científicas em especial nesta área, que ainda é considerada por alunos e professores como uma área complexa. Contudo, há estudos que demonstram que os docentes não possuem formação que privilegie a tomada de decisões por parte dos alunos. Isso não favorece a

explicação do conteúdo de modo estimulador e atrativo para o indivíduo/aluno. Deixando de considerar os aspectos históricos, sociais, econômicos, políticos e culturais da sociedade na qual o aluno está inserido, fazendo com que o indivíduo não consiga atribuir sentido ao aprendizado, não materializando a informação apresentada, e por fim não tendo significado ao discente que não consegue assimilar o conhecimento (FURTADO; VASCONCELOS, 2019).

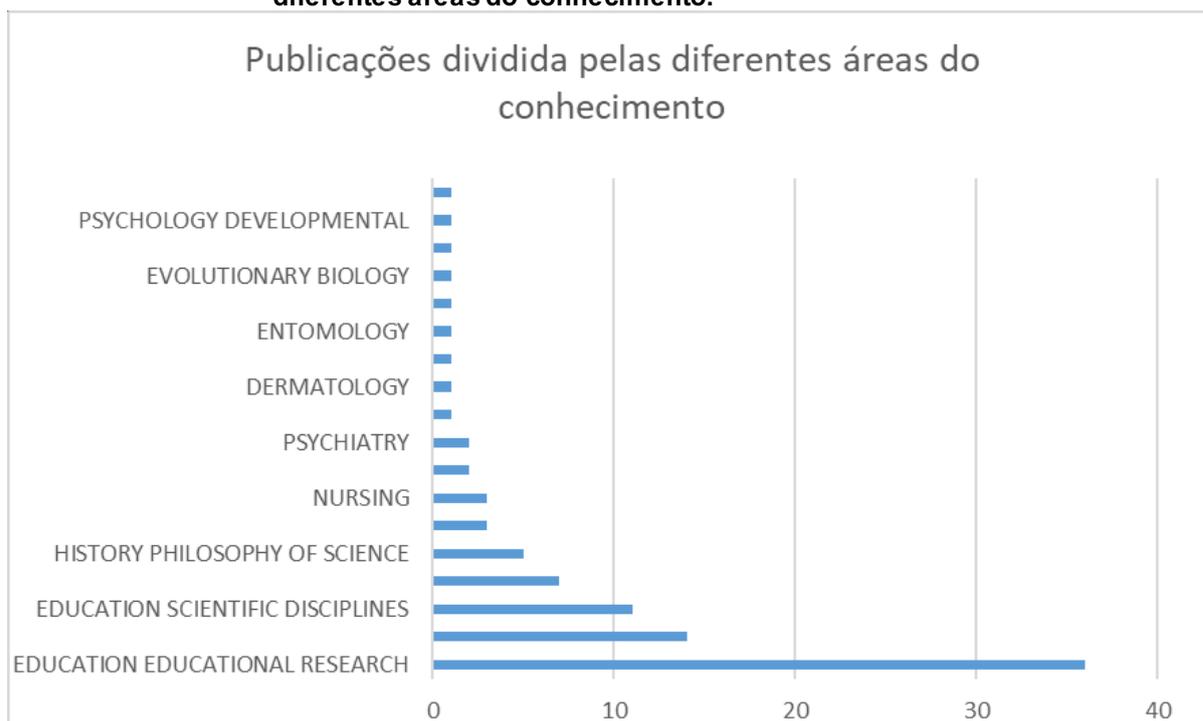
Para que realmente a informação sobre temáticas genéticas faça sentido para os alunos, além de aliado com a realidade vivenciada pelos mesmos, há a necessidade de que a ciência na escola seja alinhada com práticas da ciência. Porém adotar novas abordagens em sala de aula pode ser uma tarefa difícil. A aprendizagem baseada em modelos científicos pode ser introduzida, agregando novos métodos e tecnologias, porém sem aplicação de exames de alto risco. Por outro lado, se faz necessário um tempo dedicado para um tópico científico específico, e muitas vezes as escolas deixam de fazê-lo para que não haja intervenção nos resultados de exames, uma vez que atingir notas elevadas em exames é um dos pressupostos de muitas escolas (KIM; et al., 2015).

Por sua vez, basear o aprendizado de genética em aulas puramente orais pode não ser a melhor estratégia, a educação em biologia requer o fazer pedagógico e as fundamentações teóricas, para a formação de estratégias adequadas à realidade do discente, possibilitando um ensino de Genética com caráter motivador, estimulando a criatividade, a participação e o conhecimento da ciência Genética suas tecnologias, as manipulações gênicas e as influências nos fenômenos sociais, em prol da formação de cidadãos críticos. Porém, o ensino não tem acompanhado, o desenvolvimento científico e tecnológico em Genética e do seu uso para a humanidade e o meio ambiente, o que fica visível ao se analisar o baixo número de publicações encontradas sobre o ensino de genética (FURTADO; VASCONCELOS, 2019).

O ensino de genética não tem conseguido acompanhar a evolução na genética, vejamos em nossa busca com as palavras: “*genetics teaching*” ou “*genetics learning*”. Ou seja, com as palavras “ensino em genética” e ou “aprendizagem em genética” na plataforma *Web of Science* foi encontrada um total de 63 publicações dividida nas áreas de conhecimento conforme mostra a Figura 5. Após o refinamento considerou-se para a pesquisa apenas 50 publicações por serem mais pertinentes e próximas do objetivo proposto. Nesse momento para demonstrar a

discrepância consideraremos todas as publicações apresentadas na busca com as palavras chaves. Porém se pesquisar *clinical genetics* ou *applied genetics* na mesma plataforma o resultado é 1675. Isso demonstra de forma simples e fácil entendimento as diferenças alarmantes entre o número de publicações feitas na área da genética clínica e da educação em genética.

**Figura 5- Publicações encontrada na plataforma *Web of Science* com as palavras “*genetics teaching*” e ou “*genetics learning*” dividida pelas diferentes áreas do conhecimento.**



Fonte: a autora

Esta disparidade nos números de publicações é indício do desequilíbrio existente, que é produzido na área da genética aplicada e na educação em genética. Isso tem reflexos na forma como se dá o ensino de biologia na área da genética, pois a educação não tem conseguido acompanhar as drásticas mudanças ocorridas na genética, ignoramos o quão drasticamente o papel da genética mudou e muda constantemente. Porém, avaliar a eficácia do ensino é um tanto mais complicado e difícil do que meramente medir a produtividade da pesquisa, pois os métodos utilizados para apreciar o entendimento dos alunos em um determinado assunto, é profundamente complexo (SMITH; WOOD, 2016). Todavia, quando um determinado assunto se faz presente em larga escala ele costuma gerar ou levar a produção de publicações na área. Isto gera uma lacuna com relação ao ensino em genética, pois a genética é um componente integral da biologia, e mesmo assim, como pode ter



esta é uma ciência muito abrangente. Assim como não é possível mais fazer educação biológica sem abordar genética, pois a mesma se faz presente nos temas mais atuais e relevantes, assim como a medicina não estando presente na rede demonstrada, não pode se fazer sozinha. A educação em genética também está intimamente ligada a esta e o contrário também é verdadeiro.

Há também, uma rede menor, na qual está ligada “genetics & heredity”, “evolutionary biology” e “public environmental occupational health” na qual poderia ser incluído a medicina, pois ao se falar de saúde pública ambiental ocupacional, se refere a medicina preventiva, em decorrência de se estudar a relação entre poluição ambiental e seus efeitos sobre a saúde humana, a organização do trabalho e seus efeitos sobre a saúde dos trabalhadores (ENSP, 2009). Esses temas não poderiam deixar de estar ligados a genética e hereditariedade que com os avanços e mudanças sociais, científicas e tecnológicas levam a promover impactos da ciência e da tecnologia em todos os aspectos da vida humana e o avanço sem precedentes na esfera do conhecimento tem nos permitido melhorar a qualidade de vida da população (GARCIA, et. al., 2013).

Há ainda, uma rede que se destaca mais, estando presente “education and Educational research” que se integra bem com “education, scientific disciplines” e “History and philosophy of Science” e até engenharia. Pode ser que o leitor se pergunte como educação em genética se integra a engenharia. Vejamos que se trata de engenharia eletrônica, está relacionada a uma publicação intitulado “Work in Progress: Integrating Game Design and Development into Undergraduate Biology Education” (LIU; VAGULA; FREZZA, 2012). Nesta se desenvolveu uma pesquisa que utilizou de metodologias computacionais no ensino de graduação em biologia, no qual foi realizado um estudo de caso que combina sistematicamente um projeto orientado por aplicativo de jogo ao ensino de genética. Esta é uma metodologia a se considerar, uma vez que os jogos computacionais chamam a atenção dos jovens, e se utilizar de acontecimentos, situações, saberes que interessam para os alunos, é uma forma de facilitar no aprendizado (CARABETTA, 2003. Apud. ROSA; LAPORTA; GOUVÊA; 2006).

Por outro lado, buscando conhecer das publicações mais citadas na área de ensino de genética (Tabela 1) foi possível identificar que as que possuem mais destaque são as que discutem o ensino, suas avaliações, formas para melhor

ensinar e aprender a genética, indicando que essas publicações têm sido requisitadas por haver um interesse no ensino de genética.

**Tabela 1- Dentro das publicações investigadas as mais citadas.**

Classificação	Título	Autores	Título da fonte	Total de citações	Média por ano
1	<i>Integrating curriculum, instruction, assessment, and evaluation in a technology-supported genetics learning environment</i>	Hickey, DT; Kindfield, ACH; Horwitz, P; Christie, MAT	AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH JOURNAL	56	3,11
2	<i>Design criteria for learning and teaching genetics</i>	Knippels, MCPJ; Waarlo, AJ; Boersma, KT	JOURNAL OF BIOLOGICAL EDUCATION	44	2,75
3	<i>Preparing for the future: the status of genetics education in diploma-level training courses for nurses in the UK</i>	Kirk, M	NURSE EDUCATION TODAY	29	1,32
4	<i>HUMAN-GENETICS TEACHING IN UNITED-STATES MEDICAL-SCHOOLS</i>	CHILDS, B; HUETHER, CA; MURPHY, EA	AMERICAN JOURNAL OF HUMAN GENETICS	28	0,7
5	<i>Playing with Fire? The Impact of the Hidden Curriculum in School Genetics on Essentialist Conceptions of Race</i>	Donovan, Brian M.	JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING	26	3,71
6	<i>Empirical Refinements of a Molecular Genetics Learning Progression: The Molecular Constructs</i>	Todd, Amber; Kenyon, Lisa	JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING	21	4,2
7	<i>It's the x and y thing: Cross-sectional and longitudinal changes in children's understanding of genes</i>	Smith, Lesley A.; Williams, Joanne M.	RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION	20	1,43
8	<i>Promoting Middle School Students' Understandings of Molecular Genetics</i>	Duncan, Ravit Golan; Freidenreich, Hava Bresler; Chinn, Clark A.; Bausch, Andrew	RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION	19	1,9
9	<i>Teaching Genetics in Secondary Classrooms: a Linguistic Analysis of Teachers' Talk About Proteins</i>	Thorne, Karin; Gericke, Niklas	RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION	18	2,57
10	<i>Solving problems in genetics II: Conceptual restructuring</i>	Orcajo, TI; Aznar, MM	INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION	17	1,06

**Fonte: a autora**

As citações são de grande importância tanto quanto as publicações, pois isso estimula as publicações na área, possibilitando que mais pessoas tenham acesso. Um grande número de citações indica a qualidade de um artigo e que o conhecimento presente nele se dissemina, bem como, desperta o interesse de meios de comunicação publicarem material referente ao tema, uma vez que esses também passam a ser citados. Com relação à área de ensino de genética, o fator H foi 12. Isso indica que das 50 publicações, 12 delas obtiveram pelo menos 12 citações. Houve uma média de 8,04 citações por artigo e um total de 402 artigos citaram nosso dataset. Verifica-se que outros assuntos possuem fator H bem mais elevado, como por exemplo a produção de bioenergia a partir de biomassa (H –



de artigos publicados a cada ano. Sendo assim, quanto maior é o fator de impacto, maior é a importância científica da revista. O autor também ganha reconhecimento com isso, pois um maior número de citações agrega reconhecimento do valor da pesquisa relatada e de seus resultados (BRANDAU, 2005).

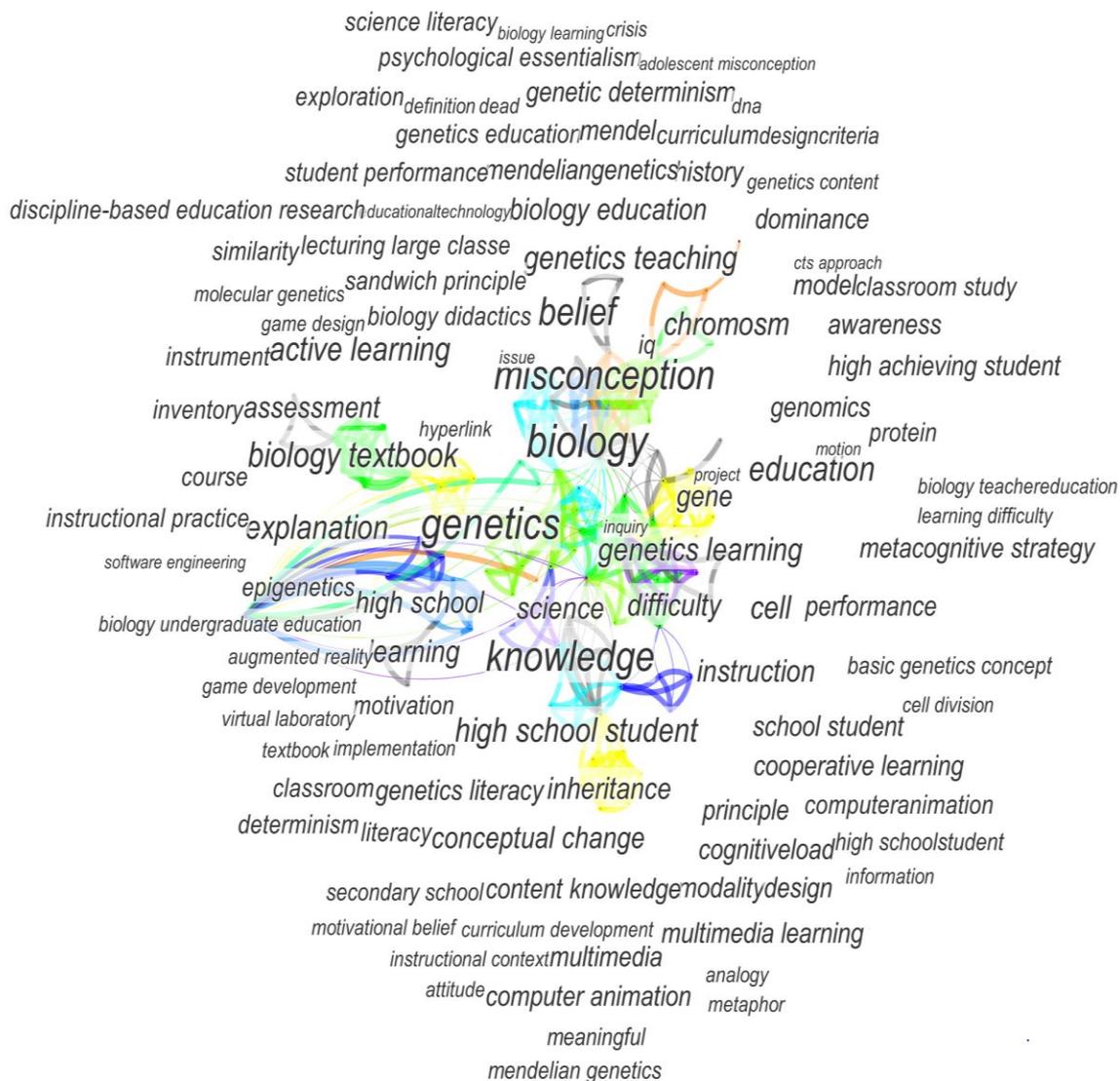
Entre as revistas mais citadas temos como principal destaque a “The American Biology Teacher” ou na abreviação “AM BIOL TEACH” um periódico profissional que aborda conteúdo de biologia moderna, estratégias de ensino para sala de aula e laboratório, atividades de campo, aplicações, desenvolvimento profissional, implicações sociais, éticas da biologia e formas de incorporar tais preocupações em programas de ensino. As revistas citadas encontram-se ligadas formando redes, estas são organizadas de acordo com o ano das publicações utilizadas neste estudo, por exemplo a *ADDRESSING GENETICS* e a *FIT PRACTICE GENETIC* que tem pouca visibilidade e estão ligadas somente entre elas pois cada uma emprestou a esta pesquisa uma publicação cada, sendo estas as publicadas em 2006.

Ainda encontramos em destaque a *AM J HUM GENET* ou *American Journal of Human Genetics* (AJHG) que se trata de um periódico que publica pesquisas e análises relacionadas à hereditariedade em humanos e à aplicação dos princípios genéticos na medicina e nas políticas públicas, bem como em áreas relacionadas da biologia molecular e celular. Esta revista explora os tópicos de genética comportamental, genética bioquímica, genética clínica, genética populacional, entre outros. A *AM J HUM GENET* está também conectada a uma rede bastante ampla.

Para que as publicações possam ser encontradas e utilizadas em citações, existe uma ferramenta de muito valor para a busca, que são as palavras-chaves. Estas atuam como facilitadoras, uma vez que, buscar por informações científicas disponíveis na literatura pode se tornar um trabalho árduo, improdutivo ou confuso sem uma compreensão básica de como o conhecimento é organizado. Para poder organizar as publicações de tal forma que seja mais acessível e de fácil localização para a definição do tema, a especificidade do assunto e a escolha correta das palavras-chaves são imprescindíveis para uma adequada busca na literatura. Desta forma, se evita, uma quantidade excessiva de artigos que não interessam e melhora o refinamento. Portanto a definição das palavras-chaves são um detalhe importante para o trabalho e sucessivamente sua referência. As publicações de plataforma *Web of Science* utilizadas nessa pesquisa se apropriou de uma significativa

variedade de palavras-chaves (Figura 8) com poucas palavras sendo encontradas repetidamente.

**Figura 8: Palavras-chaves das publicações analisadas destacadas por centralidade.**



**Fonte: a autora**

Nas palavras chaves, podemos destacar palavras como biologia que teve frequência de 10, tecnologias educacionais, biologia educacional e estudos de classe. É interessante também a ligação da palavra biologia com o termo ‘*belief*’, do inglês crença, que se relaciona com termos como equívoco (ou conceito errado) e livro didático de biologia. O termo ‘aprendizagem ativa’ se relaciona com avaliação, provavelmente por ser um método que está crescendo em intenções de uso. Sendo este um modelo de ensino onde o aluno é incentivado para aprenderem de forma autônoma e participativa, a partir de problemas e situações reais. Desta forma, o

estudante é colocado no centro do processo de aprendizagem, participando ativamente e sendo responsável pela construção de conhecimento (GAROFALO, 2018).

É interessante observar que há palavras não tão positivas quando se refere ao ensino de genética, a exemplo de 'crise' e 'morte' que aparecem 4 vezes e 'dificuldade' que apareceu 9 vezes. As palavras que se destacaram com as maiores centralidades (c) foram: genética (c=0.38), biologia (0.32), conhecimento (0.23) e equívoco (misconception c=0.11), seguida de *active learning* (0.10). A centralidade mostra a influência de uma palavra-chave, e nem sempre é acompanhada da frequência com que ela aparece. Um exemplo é a palavra ciência, que foi a mais citada (frequência =12), mas obteve centralidade de somente (0.02).

As palavras-chaves podem ter papel significativo para o número de citação que um trabalho vai ter ou não, porém é de fundamental importância que haja interesse pelo assunto tratado na publicação. O baixo número de citação e de publicação sobre o ensino de genética, em relação a outras áreas, são fortes indícios do pouco interesse ainda existente sobre a área. Isso indica também que ainda há muito o que crescer e desenvolver no ensino de genética pelo mundo.

## 5 CONCLUSÃO

Há muito ainda a se avançar no ensino de genética para conseguir acompanhar a genética aplicada. As novidades constantes e as descobertas cada vez mais avançadas e rápidas na área da genética clínica e aplicada, deixam o ensino em genética cada vez mais defasado em decorrência dos atrasos ainda presentes no ensino, não sendo esse um caso isolado. Pode-se concluir que nenhum país tem conseguido atingir um número similar entre as publicações em genética aplicada e educação genética. Evidenciando assim o longo caminho que ainda se tem para equiparar essas duas áreas da ciência ou para que o ensino de genética consiga levar para as salas de aulas os conhecimentos e as novidades da genética aplicada.

## REFERÊNCIAS

- BRANDAU, Ricardo; MONTEIRO, Rosangela; BRAILE, Domingo M.; **Importância do uso correto dos descritores nos artigos científicos**, Rev Bras Cir Cardiovasc vol.20; São José do Rio Preto, Jan./Mar. 2005. Disponível em <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-76382005000100004&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-76382005000100004&script=sci_arttext)>. Acesso em 14 de agosto de 2020.
- CASAGRANDE, Grasiela de Luca. **A genética humana no livro didático de biologia**. 2006. 103 f. 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 12 de agosto de 2020.
- CHEN, Chaomei. **Manual do CiteSpace**. 2014. Disponível em <<http://cluster.cis.drexel.edu/~cchen/citespace/>>. Acesso em 18 de maio de 2020.
- CANTO, Fábio Lorensi do. **ANÁLISE DE CITAÇÃO DE TESES: UMA BORDAGEM POR ÁREA DO CONHECIMENTO**. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/186803/PCIN0170-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>>. Acesso em 23 de setembro de 2020.
- ENSP. **Saúde Ambiental e Ocupacional: pesquisador conta sua trajetória**. ENSP, 2009. Disponível em: <<http://www.ensp.fiocruz.br/portal-ensp/informe/site/materia/detalhe/16039>>. Acesso em 23 de agosto de 2020.
- FONSECA, Albino. **Biologia**. Volume único. São Paulo: IBEP, 1997.
- FURTADO, Leandro dos Santos; VASCONCELOS, Sinaida Maria. **CONTRIBUTIONS OF THE FOCUS SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY IN A LEARNING UNIT: A REPORT OF EXPERIENCE IN GENETIC TEACHING**. Brasília Jornal de Educação, Tecnologia e Sociedade (BRAJETS), v.12, n.4, Oct.-Dec., p.382-397, 2019. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v12.n4.382-397>>. Acesso em 10 de julho de 2020.
- GARCIA, Reinaldo Menéndez. et. al., **Genética Comunitária como demonstração da relevância social da Universidade**. Rev Medical Sciences vol.17 no.5 Pinar del Río Set.-Out. 2013. Disponível em: <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s1561-31942013000500011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1561-31942013000500011)>. Acesso em 23 de agosto de 2020.
- GAROFALO, Débora. **Como as metodologias ativas favorecem o aprendizado**. Escola Nova. 2018. Disponível em <<https://novaescola.org.br/conteudo/11897/como-as-metodologias-ativas-favorecem-o-aprendizado>>. Acesso em 23 de agosto de 2020.
- GHISI, Nédia de Castilhos; Et. al. **Glyphosate and its toxicology: A scientometric review**. Science of The Total Environment, Vol. 733, 2020. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896972032876X?via%3Dihub>>. Acesso em 25 de agosto de 2020.

GRIFFITHS, Anthony J.; **What does the public really need about genetics**. Am. J. Hum. Genet. V.52, p. 230-232. 1993. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1682131/>>. Acesso em 17 de abril de 2020.

GÓES, Andréa Carla de Souza; OLIVEIRA, Bruno Vinicius Ximenes de. **Projeto Genoma Humano: um retrato da construção do conhecimento científico sob a ótica da revista Ciência Hoje**. Ciênc. educ. (Bauru) vol.20 no.3 Bauru July/Sept. 2014. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132014000300561](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132014000300561)>. Acesso em 11 de abril de 2020.

JOAQUIM, Leyla Mariane; EL-HANI, Charbel Niño. **A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene**. Sci. stud. vol.8 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-31662010000100005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662010000100005)>. Acesso em 11 de abril de 2020.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; FERRARI Nadir. **A ciência da hereditariedade: enfoque histórico, epistemológico e pedagógico**. Cascavel: Edunioeste, 2010.

KIM, Beaumie. Et, al.; **Ciclos de Exploração, Reflexão e Consolidação na Aprendizagem Genética Baseada em Modelos**. Journal of Science Educação e Tecnologia. Volume 24 , Páginas 789 – 802, 2015. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez48.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s10956-015-9564-6>>. Acesso em 10 de julho de 2020.

KONUR, Ozcan. **The scientometric evaluation of the research on the production of bioenergy from biomass**. Biomass and Bioenergy Vol. 47, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096195341200387X?via%3Dihub>>. Acesso em 25 de agosto de 2020.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Biologia hoje**. São Paulo: Ática, 2010.

LIU, Yunkai; VAGULA, Mary; FREZZA, Stephen. **Work in Progress: Integrating Game Design and Development into Undergraduate Biology Education**. Conferência: Frontiers in Education Conference (FIE) Seattle, WA. 2012. Disponível em <<http://apps.webofknowledge.com/InboundService.do?action=search&exclude=>>>. Acesso em 25 de agosto de 2020.

MATTOS, Miriam de Cassia do Carmo Mascarenhas. **Estudos métricos da informação**. Indaial: UNIASSELVI, 2019. Disponível em: <<https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=38195>>. Acesso em 22 de setembro de 2020.

MENDEL, Gregor Johann. **Experiments in plant hybridization** [1865]. Tradução de William Bateson, revista por Roger Blumberg. Disponível em <<http://www.mendelweb.org/Mendel.html>>. Acesso em 10 de abril de 2020.

MOURA, Joseane. Et. al.; **Biologia/Genética**: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, jul./dez. 2013. Disponível em < <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/13398>>. Acesso em 12 de agosto de 2020.

NASSI-CALÒ, Lilian. **Estudo propõe uma taxonomia de razões para citar artigos em publicações científicas** *SciELO em Perspectiva*, 2014. Disponível em: < <https://blog.scielo.org/blog/2014/11/07/estudo-propoe-uma-taxonomia-de-razoes-para-citar-artigos-em-publicacoes-cientificas/#.XzXnRuhKjIV>> Acesso em 13 de agosto de 2020.

PEREIRA, Jonas Carlos Campos. MELHORAMENTO GENÉTICO APLICADO À PRODUÇÃO ANIMAL. 5. ed. - Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2008.

PRESTES, Maria Elice de Brzezinski; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. **Antes de Mendel**: Joseph Koelreuter e as pesquisas de hibridização de plantas. *Genética na Escola*, Vol. 11, Nº 2, 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Maria\\_Prestes/publication/309014695\\_Antes\\_de\\_Mendel\\_Joseph\\_Koelreuter\\_e\\_as\\_pesquisas\\_de\\_hibridizacao\\_de\\_plantas/links/57fe41b408ae56fae5f2344c/Antes-de-Mendel-Joseph-Koelreuter-e-as-pesquisas-de-hibridizacao-de-plantas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maria_Prestes/publication/309014695_Antes_de_Mendel_Joseph_Koelreuter_e_as_pesquisas_de_hibridizacao_de_plantas/links/57fe41b408ae56fae5f2344c/Antes-de-Mendel-Joseph-Koelreuter-e-as-pesquisas-de-hibridizacao-de-plantas.pdf)>. Acesso em 10 de abril de 2020.

PUIG, Blanca; Azeitos, Noa; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, Maria Pilar. **Aprendendo a Expressão Gênica através de Modelagem e Argumentação**. *Sci & Educ* **26**, 1193–1222 (2017). Disponível em:<<https://link-springer-com.ez48.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11191-017-9943-x#citeas>>. Acesso em 26 de abril de 2020.

ROSA, Ivete Pellegrino; LAPORTA, Márcia Zorello; GOUVÊA, Maria Elena de. **Humanizando o ensino de Ciências: com jogos e oficinas psicopedagógicos sobre seres microscópios**. 1ª ed. São Paulo, 2006.

SECRETARIA DE SAÚDE – CE, **Nota de esclarecimento sobre os exames laboratoriais realizados no Lacen**, Ceará, 2020. Disponível em: <<https://www.saude.ce.gov.br/2020/03/29/nota-de-esclarecimento-sobre-os-exames-laboratoriais-realizados-no-lacen/>>. Acesso em 30 de março de 2020.

ŞENEL, Engin. **Evolution of homeopathy**: A scientometric analysis of global homeopathy literature between 1975 and 2017. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. Vol. 34, P. 165-173, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1744388118307163?via%3Dihub>>. Acesso em 25 de agosto de 2020.

SILVA, Marcos Rodrigues da. As controvérsias a respeito da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice. *Sci. stud.* vol.8 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2010. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-31662010000100004](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662010000100004)>. Acesso em 22 de setembro de 2020.

SOUZA, Vanderlei Sebastião de; Et. al. **História da genética no Brasil: um olhar a partir do Museu da Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.** Hist. cienc. saude-Manguinhos vol.20 no.2 Rio de Janeiro – RJ, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-59702013000200675&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702013000200675&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em 17 de abril de 2020.

SMITH, Michelle K.; WOOD, William B. **Teaching Genetics: Past, Present, and Future.** GENETICS, setembro de 2016, vol. 204 no. 1 5-10. Disponível em: <<https://www-genetics-org.ez48.periodicos.capes.gov.br/content/genetics/204/1/5.full.pdf>>. Acesso em 22 de abril de 2020.

SPINAK, Ernesto. Indicadores cientometricos. Ciência da Informação, Brasília, v. 27, n. 2, p. 141-148, maio/ago. 1998. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/795/826>>. Acesso em: 22 de setembro de 2020.

SPINAK, Ernesto. Dicionário enciclopédico de bibliometria, cientometria e informetria. UNESCO. 1996. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243329>>. Acesso em 23 de abril de 2020.

TRINDADE, Maria Carolina dos Santos et. al. A influência genética na performance esportiva. Revista Interdisciplinar Ciências e Saúde, V.4, N.2, 2017. Disponível em: <<https://revistas.ufpi.br/index.php/rics/article/view/5980>>. Acesso em: 17 de setembro de 2020.

# TERMO DE APROVAÇÃO



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade



## ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA DO ENSINO DE GENÉTICA AO REDOR DO MUNDO

por

**CRISTINA TEREZINHA BORGES DE BARROS**

Esta monografia foi apresentada às 10:00 do 12 de setembro de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de **Especialista no Curso de Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade** – Polo de Dois Vizinhos - PR, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**

NEDIA DE CASTILHOS GHISI

Simone Neumann Wendt

JULIANA MORINI KUPPER CARDOSO PERSEGUINI