

## Mapeamento Cartográfico das Pesquisas em Biotecnologia apresentadas no ENPEC

### Cartographic Mapping of Biotechnology Researches presented at the ENPEC

### Cartografía de la Investigación en Biotecnología presentada en ENPEC

Recebido: 24/02/2023 | Revisado: 23/03/2023 | Aceitado: 25/03/2023 | Publicado: 31/03/2023

#### **Daniela Carolina Ernst**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6462-2867>  
Universidade do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil  
E-mail: [daniela-ernst@uergs.edu.br](mailto:daniela-ernst@uergs.edu.br)

#### **Marlene Guevara dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7452-1162>  
Universidade do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil  
E-mail: [marlene-santos@uergs.edu.br](mailto:marlene-santos@uergs.edu.br)

#### **Fábio Luís Maciel**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9432-246X>  
Universidade do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil  
E-mail: [fabio-maciel@uergs.edu.br](mailto:fabio-maciel@uergs.edu.br)

#### **Ana Lúcia Kern**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5273-0123>  
Universidade do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil  
E-mail: [ana-kern@uergs.edu.br](mailto:ana-kern@uergs.edu.br)

#### **Carolina Farias da Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8281-6841>  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Brasil  
E-mail: [carolfdacosta@gmail.com](mailto:carolfdacosta@gmail.com)

#### **Maria Carolina Ernst Mallmann**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7531-8876>  
Universidade Unilasalle, Brasil  
E-mail: [m.mallmann@gmail.com](mailto:m.mallmann@gmail.com)

#### **Bruna Gabriele Loeser**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4644-4270>  
Universidade do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil  
E-mail: [loeserbruna@gmail.com](mailto:loeserbruna@gmail.com)

#### **Resumo**

A biotecnologia está cada vez mais presente entre os cotidianos e oferece várias possibilidades de aplicação em nossas vidas. Torna-se imperativo entender como ela está sendo abordada na Educação Científica. O presente trabalho busca compreender os âmbitos que envolvem as pesquisas em Biotecnologia apresentadas no Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC) revisando desde sua primeira edição em 1997, o que totalizam 11 edições do evento. Para o levantamento foi considerada a palavra Biotecnologia entendendo sua complexidade e a processualidade que lhe são inerentes. Defendemos a abordagem dos modos de transição, intervocálicos e intermediários, tendo a cartografia como uma perspectiva rizomática e possibilidade de operador metodológico. As publicações foram exploradas através de linhas que perpassaram os títulos, palavras-chave e os resumos, de forma a acompanhar os fluxos de trabalhos publicados no ENPEC que relacionam o tema da Biotecnologia. Organizamos nosso mapa de informações por ano de publicações; programas de pós-graduação estão pesquisando/escrevendo sobre o tema e autoria. Constatamos com preocupação que o tema é incipiente na área, tendo número reduzido de 10 trabalhos que abordaram a biotecnologia. Defendemos assim, que mais pesquisas são necessárias para investigar e divulgar suas possibilidades para discutir incertezas científicas e interdisciplinaridade no Ensino de Ciências.

**Palavras-chave:** Biotecnologia; Ensino de ciências; ENPEC.

#### **Abstract**

Biotechnology is increasingly present in everyday life and offers various possibilities of application in our lives. It is imperative to understand how it is being addressed in Science Education. The present work seeks to understand the scope involving research on Biotechnology presented at the National Meeting for Research in Science Teaching (ENPEC), reviewing since its first edition in 1997, a total of 11 editions of the event. For the survey, the word Biotechnology was considered, understanding its complexity and the processual inherent to it. We defend the approach of the modes of transition, intervocalic and intermediary, having the cartography as a rhizomatic perspective and the possibility of a methodological operator. The publications were explored through lines that permeated the titles, keywords, and abstracts, in order to follow the flow of papers published in ENPEC that relate to the theme of

Biotechnology. We organized our map of information by year of publications; post graduation programs are researching/writing on the theme and authorship. We verified with concern that the theme is incipient in the area, having a reduced number of 10 works that approached biotechnology. Thus, we argue that further research is needed to investigate and disseminate its possibilities to discuss scientific uncertainties and interdisciplinarity in Science Teaching.  
**Keywords:** Biotechnology; Science teaching; ENPEC.

### Resumen

La biotecnología está cada vez más presente en la vida cotidiana y ofrece diversas posibilidades de aplicación en nuestras vidas. Es imperativo entender cómo está siendo abordada en la Enseñanza de las Ciencias. El presente trabajo busca comprender los alcances que involucran las investigaciones sobre Biotecnología presentadas en el Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (ENPEC), revisando desde su primera edición en 1997, un total de 11 ediciones del evento. Para el relevamiento, se consideró la palabra Biotecnología, entendiendo su complejidad y la procesualidad que le es inherente. Defendemos la abordagem dos modos de transición, intervocálicos e intermediários, tendo la cartografía como perspectiva rizomática e possibilidade de operador metodológico. Las publicaciones fueron exploradas a través de líneas que permeaban los títulos, palabras clave y resúmenes, con el fin de seguir el flujo de trabajos publicados en la ENPEC que relacionan el tema de la Biotecnología. Organizamos nuestro mapa de informaciones por año de las publicaciones; los programas de postgrado están investigando/escribiendo sobre el tema y autoría. Verificamos con preocupación que el tema es incipiente en el área, teniendo un número reducido de 10 trabajos que abordaron la biotecnología. Por lo tanto, argumentamos que se necesitan más investigaciones para investigar y difundir sus posibilidades para discutir las incertidumbres científicas y la interdisciplinariedad en la Enseñanza de las Ciencias.

**Palabras clave:** Biotecnología; Enseñanza de las ciencias; ENPEC.

## 1. Introdução

Podemos definir a tecnologia enquanto conjunto de princípios científicos que podem ser aplicados em diferentes áreas do conhecimento, com o objetivo de produzir bens de consumo e de serviço. A biotecnologia utiliza-se desses conhecimentos e tecnologias aplicadas a partir de microrganismos. Fato que não pode e nem deve ser entendido como uma nova ciência. A mesma está mais próxima das pessoas do que elas podem sequer imaginar. A biotecnologia perpassa diferentes tempos históricos e processos de desenvolvimento das sociedades, envolvendo bioprocessos como por exemplo: o da fermentação por microrganismos, que derivam de uma série de reações catalisadas pelas enzimas que eles utilizavam no metabolismo da glicose, sendo essa, a tecnologia de bioprocessamento mais antiga e também a mais conhecida. Utilizada até os dias atuais, em processos simples como: a fabricação de queijos, pães, cervejas, vinho, ácido láctico, iogurtes; ácido acético (vinagre), para conservação de alimentos; e fabricação de outros alimentos.

Com o passar dos tempos, essas técnicas foram sendo aprimoradas, o que possibilitou o desenvolvimento de novos bioprodutos (Santos *et al.*, 2009). Esse rápido desenvolvimento permitiu uma melhor compreensão desses microrganismos específicos, seus produtos e suas atividades. Entre elas, podemos citar sua grande utilização na produção de fármacos como os antibióticos, aminoácidos, vitaminas, hormônios, defensivos agrícolas, solventes, pigmentos, enzimas, inibidores, agentes processadores de alimentos.

Além de propiciar situações onde acontecem discussões acerca de temas polêmicos que envolvem: pesquisas genéticas, clonagem de órgãos e organismos, utilização de células tronco, produção de alimentos transgênicos, e do desenvolvimento e produção de vacinas. Todos esses processos, podem ser classificados de diferentes formas, e sempre levam em conta o microrganismo que está sendo utilizado, a posição onde esses microrganismos ficarão durante o processo, a possibilidade de suprimento de oxigênio, entre outros fatores. Nesta escrita, entendemos biotecnologia, enquanto território que pode ser, dentre muitas coisas, caracterizado pela transversalidade<sup>1</sup> dos conhecimentos, pois, interliga-se através de arranjos rizomáticos<sup>2</sup> a

---

<sup>1</sup> Transversalidade: A transversalidade é uma dimensão que pretende superar os dois impasses, quais sejam o de uma verticalidade pura e de uma simples horizontalidade; a transversalidade tende a se realizar quando ocorre uma comunicação máxima entre os diferentes níveis e, sobretudo, nos diferentes sentidos (Guattari, 2004 p.111).

<sup>2</sup> Conceito de Rizoma: rizoma – ri.zo.ma; sm (rizo+oma) Bot: Caule subterrâneo no todo ou em parte e de crescimento horizontal. Deleuze e Guattari “roubam” esta definição da botânica para aplicá-la à filosofia. O Rizoma neste sentido, pode ser entendido enquanto um modelo de resistência ético-estético-político, trata-

outros tantos campos do saber. Tais como: engenharia genética, microbiologia, biologia celular e molecular, botânica, química, física, matemática, antropologia, filosofia e etc.

É justamente por essa pluralidade de métodos e conhecimentos que se adota o termo “biotecnologias”, representando um campo de pesquisa (Gilding & Pickering, 2011). Por sua característica transversal, apresenta elevado potencial de aplicação, permitindo a construção e a propagação dos conhecimentos teóricos obtidos através de estudos e pesquisas. Na contemporaneidade, grandes corporações, assim como diferentes governos têm investido em pesquisas e assim, gerando novas descobertas e bioprodutos em curto espaço de tempo. Novas tecnologias têm sido aplicadas, seja na otimização de produtos ou de bioprocessos, o que acaba ocasionando a inserção de terminologias científicas nos discursos cotidianos de boa parte da população. Mesmo que essas produções, sejam publicizadas, e assim, amplamente divulgadas pela mídia e suas ferramentas de propagação (jornais, revistas, noticiários, propagandas), ou que os termos biotecnológicos acabem popularizados e inseridos nos discursos cotidianos das pessoas através dos rótulos de alimentos, suplementos e medicação. Ainda assim, são escassos os caminhos seguros para esclarecimento destes conceitos de forma abrangente e educativa (Goya, 2016).

A partir do acima descrito, percebe-se que essas interações, otimizadas em processos biotecnológicos, muitas vezes, não são conhecidas pelas pessoas que consomem/ utilizam esses produtos. Ainda existe um distanciamento entre o que é pesquisado, desenvolvido em grandes universidades e laboratórios, da população em geral, podendo incluir-se aqui, e em especial às aulas de ciências. Desta maneira, buscamos mapear cartograficamente a presença de trabalhos que abordassem a importância ou a presença da biotecnologia, dentro do contexto do Ensino de Ciências, no Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC) revisando desde sua primeira edição em 1997, quando é criada, de forma concomitante ao evento, a Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências (ABRAPEC).

A ABRAPEC atualmente conta com mais de mil sócios (ABRAPEC, 2021). Desempenhando papel de relevância ímpar na disseminação e publicação de pesquisas em Educação/Ensino em Ciências, convergindo pesquisadores brasileiros e internacionais. De lá para cá, realizaram-se 11 edições do evento. Segundo Nonnenmacher *et al.* (2021) o ENPEC, caracteriza-se como um dos encontros mais importantes e reconhecidos da área, com elevado contexto de socialização e discussões de pesquisas nas áreas de ciências, realizadas por tanto por professores da educação básica, quanto do ensino superior, assim como de estudantes de graduação dos cursos de licenciatura em física, química, ciências biológicas e áreas correlatas, assim como de estudantes de pós-graduação.

## 2. Metodologia

Em relação a metodologia, apropriamo-nos do referencial Deleuze Guattariano (1971), tomamos a liberdade de poder cair em contradição e caminhar entre diversidades de trabalhos sem a necessidade de buscar unanimidades entre os possíveis eles (Ernst, 2020) e (Ernst, 2021a), (Ernst, 2021b). Com Deleuze e Guattari (1992) entendemos que somos, assim como nossas pesquisas, entrecruzamentos, fusões e emaranhados (1992, p. 220). Estabelecemos nossos trajetos cartográficos, por entre esses fluxos, que nos levaram a todas as Edições do ENPEC entre os anos de 1997 a 2019. Navegamos assim, pelo território desconhecido, das 11 edições do evento. Contudo, é importante destacar que, o ENPEC é sediado por organizações ou instituições diferentes por cada edição, dessa maneira, durante nosso processo de reconhecimento do campo e busca dentro dos anais do evento, não alcançadas eletronicamente, as atas ou anais que compreendem ao recorte temporal que abrange os anos de 1997 a 2005. Fato que demanda investigação por parte da ABRAPEC e recuperação desses materiais para que possam ser digitalizados e disponibilizados para futuras pesquisas.

---

se de linhas e não de formas. Por isso o rizoma pode fugir, se esconder, confundir, sabotar, cortar caminho, o rizoma se espalha. As conexões se multiplicam (Deleuze & Guattari, 1995, p.32).

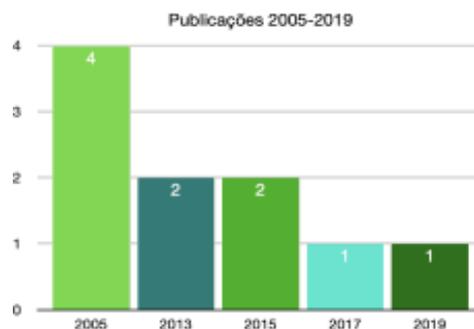
Ao trafegar por este território utilizamos como descritores para a construção do nosso mapeamento, a palavra Biotecnologia, não importando a área específica a que este trabalho estava vinculado, se o termo aparecia no título, no resumo ou nas palavras-chave. Ao analisarmos os eventos, e os trabalhos encontrados, perguntas foram surgindo a partir desse reconhecimento territorial, e direcionam nossos objetivos bem como o foco dessa busca, assim, interessa saber: A partir de que data a biotecnologia começa a ser abordada nesses trabalhos? Quais programas de pós-graduação estavam desenvolvendo textos/pesquisas sobre o tema. E, de que maneira esses trabalhos estavam abordando a biotecnologia no Ensino de Ciências da Natureza.

As perguntas, mesmo que a princípio possam parecer simples, detém sentido, pensar a data em que a biotecnologia aparece com maior robustez em trabalhos publicados neste evento, pode evidenciar o contexto social/histórico que estávamos vivenciando e quais mudanças e investimentos estavam sendo realizados em pesquisas dentro desta temática. Em relação aos programas de pós-graduação, interessa-nos saber quais deles percebiam/percebem a biotecnologia enquanto possibilidade de inovação e de se trabalhar a alfabetização científica, assim como os rumos e tendências da Educação/Ensino de Ciências. Tarefa desafiadora e eminentemente pedagógica, temporal e valorativa. Dessa maneira, seria importante compreender como esses conhecimentos têm sido abordados, e se eles assumem alguma direção de inserção curricular. Mais do que acompanhar as evidências e essas escritas, tencionamos compreender os contextos e os fenômenos envolvidos e como eles foram sendo produzidos.

### 3. Resultados e Discussão

Em relação aos resultados, precisamos esclarecer que voltamos nossos olhares para as primeiras edições do ENPEC, com o recorte temporal compreendido entre 1997 a 2005, não foi possível alcançar digitalmente os trabalhos ou as datas do evento, o que consideramos uma perda inestimável, tanto para esta quanto para outras pesquisas. Começamos a encontrar resultados, após essas datas. O que pode ter ou não, ligação com questões relacionadas à biotecnologia, ganhar robustez<sup>3</sup> e força a partir da virada do milênio (século XXI, início dos anos 2000), ou o fato de não termos tido acesso ao material dos anos anteriores. Organizamos nossas análises, de maneira a mapear a presença da biotecnologia nos trabalhos publicados no ENPEC e a maneira como a mesma está sendo abordada nessas pesquisas. Os primeiros resultados, correspondem aos índices de publicações organizadas por ano do evento, e seus resultados podem ser expressos em formato de gráfico. Em 2005 foram publicados quatro trabalhos, em 2013 e 2015 respectivamente dois trabalhos, e novamente, 2017 e 2019 um trabalho por ano.

**Gráfico 1 - Publicações de 2005 a 2019.**



Fonte: Autores (2022).

Como acima evidenciado, percebe-se maior número de publicações no ano de 2005, fato que pode estar relacionado

<sup>3</sup> Importante apontar que no Brasil a primeira legislação referente a biotecnologia/ biossegurança, fez 27 anos, no dia 5 de janeiro de 2022.

aos impactos de crescimento de produtos biotecnológicos, envolvidos em pesquisas genéticas, farmacêuticas e agrárias. Acreditamos que esse fato, está relacionado com a criação do Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos pelo Governo Federal em 2000, coordenado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), em parceria com o CNPq e FINEP e com participação da Embrapa e Fiocruz.

Dessa maneira, aparecendo nos anais de evento do ENPEC. Em formato de Quadro Síntese 1, organizamos essas informações de maneira a contemplar se, o termo biotecnologia está presente no título, resumo (presença do termo TR), ou palavras-chave (PC). Também organizamos os trabalhos de acordo com seus autores e filiações às Instituições de Ensino Superior IES e aos Programas de Pós-Graduação, assim como o ano de publicação no ENPEC e a área a que estes trabalhos estão relacionados. Dessa maneira, poderemos acompanhar de onde surgem esses trabalhos, quais programas de pós-graduação ou de graduação estão trabalhando com a temática e quem são seus autores, além de sua área de atuação.

**Quadro Síntese 1 - Pesquisas apresentadas no ENPEC relacionadas à Biotecnologia.**

Trabalho	Presença do Termo (TRPC)	Autores	Instituição de Ensino Superior (IES)	Ano	Área
A Introdução Dos Conceitos De Biologia Molecular E Biotecnologia No Ensino De Genética No Nível Médio. Há Espaço Para A Nova Biologia? (1)	T- R	<i>Marcia Cristina Fernandes Xavier; Alexandre de Sá Freire &amp; Milton Ozório Moraes</i>	Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ do Laboratório de Hanseníase, Departamento de Micobacterioses	V (2005)	Ensino/ Educação
Ensino Da Genética Contemporânea: Contribuições Da Epistemologia De Fleck (2)	R	<i>Neusa Maria John Scheid; Nadir Ferrari &amp; Demétrio Delizoicov</i>	Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Departamento de Ciências Biológicas/ Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGECT). Universidade Federal de Santa Catarina/ Núcleo de Estudos em Genética Humana / PPGECT Departamento de Metodologia e Ensino / PPGECT	V (2005)	Processo de Ensino-Aprendizagem
Representações Sociais Sobre Clonagem (3)	R	<i>Maria da Conceição Souza Viana &amp; Maria Helena Silva Carneiro</i>	Universidade de Brasília - Faculdade de Educação. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal - Centro de Ensino Médio Ave Branca	V (2005)	Ensino/ Educação
PIBID/ Química UESC - Ensinando concentração através de uma Situação de Estudo no curso técnico de Biotecnologia (4)	T	<i>Gabriel da Silva Amaral; Anagessica Santana Bispo; Luciana Lima Rodrigues; Ivete Maria dos Santos; Elisa Prestes Massena &amp; Neurivaldo José de Guzzi Filho</i>	Universidade Estadual de Santa Cruz Centro Estadual de Educação Profissional em Biotecnologia e Saúde	IX (2013)	Processo de Ensino-Aprendizagem
O Princípio da Precaução no Ensino de Química para a Regulação Social da Ciência e Tecnologia.(5)	PC	<i>Leonardo Victor Marcelino &amp; Carlos Alberto Marques</i>	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGECT, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC	IX (2013)	CTS

Análise da Biotecnologia nos livros didáticos à luz da perspectiva CTS (6)	T	<i>Alessandra M. Kapp; Elisangela M. Miranda &amp; Denise de Freitas</i>	Universidade Federal de São Carlos Universidade Federal da Grande Dourados	X (2015)	Linguagem no Ensino de Ciências.
Visões de estudantes do ensino médio sobre temas biotecnologia (7)	T	<i>Shirley Margareth Buffon da Silva &amp; Wildson Luiz Pereira dos Santos</i>	Secretaria de Educação do Distrito Federal e Faculdade de Educação/UnB Instituto de Química/UnB	X (2015)	Concepções prévias
A análise sobre indícios da aprendizagem sobre Biotecnologia em um projeto de trabalho em aulas de Ciências (8)	T	<i>Carla Adelina Inácio de Oliveira; Maira Ferreira &amp; Fábio André Sangiogo</i>	PPGECM – UFPEL/RS	XI (2017)	Currículo & Concepções prévias
O “Não Lugar” do Ensino de Biotecnologia: Uma Perspectiva de Construção Discursiva(9)	T	<i>Flávia Novaes Moraes</i>	Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP/ PPGEDU	XII (2019)	Processo de Ensino-Aprendizagem
Importância do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – RENORBIO para o desenvolvimento socioeconômico do estado de Pernambuco (10)	T	<i>Sandra Maria Morgado Ferreira &amp; Luciana Calabro</i>	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	XII (2019)	Formação de professores

Fonte: Autores (2022).

A partir do gráfico abaixo, podemos identificar maior concentração desses trabalhos a partir da região Sul do Brasil, compreendendo respectivamente os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, com a publicação de 5 trabalhos, correspondentes a 45% dessas publicações.

**Gráfico 2** - Porcentagens de publicações encontradas por Regiões do Brasil.



Fonte: Autores (2022).

As instituições de Ensino Superior e os programas de Pós-Graduação, de onde surgem esses textos, são: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões/Departamento de Ciências Biológicas/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGECT). Universidade Federal de Santa Catarina/Núcleo de Estudos em Genética Humana/PPGECT e Departamento de Metodologia e Ensino/PPGECT.

A região sudeste apresenta correspondência de 18% dos trabalhos, tendo como IES e Programas de Pós Graduação envolvidos respectivamente: Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ do Laboratório de Hanseníase, Departamento de Micobacterioses, e Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP no Programa de Pós-Graduação em Educação.

Ensejando responder o último questionamento por nós levantado ao tráfegar pelo território dos textos: De que maneira esses trabalhos estavam abordando a biotecnologia no Ensino de Ciências da Natureza.

Precisamos evidenciar que o trabalho (01), aponta a necessidade de mudança do conteúdo programático, a partir das falas de 46 professores, de 3 municípios diferentes da região do Estado do Rio de Janeiro e que atuam nas aulas de ciências da natureza e que trabalham com o conteúdo de genética, no último ano do ensino médio e assim, com a inserção dos conceitos biotecnológicos. Em relação ao tempo de atuação na docência, esses profissionais contam com 2 a 34 anos de magistério, sendo a maioria destes docentes portadores de títulos de *Lato sensu* (atualização, especialização) ou *Stricto sensu* (Mestrado e Doutorado). O estudo levanta informações significativas sobre a dificuldade dos professores entrevistados em trabalharem conteúdos como genética e biologia molecular por questões que abrangem desde o tempo das aulas de ciências terem sido reduzidos ao longo dos anos, a situações referentes ao material didático distribuídos às escolas públicas, (livros do MEC) serem anacrônicos, e onde os conteúdos de Genética Molecular e Biotecnologia não são apresentados, e a própria formação docente.

O trabalho (02), objetivou identificar as concepções que estudantes de Ciências Biológicas possuem sobre a natureza da ciência, em especial as repercussões sobre a forma de ensinar temas contemporâneos polêmicos relacionados à genética molecular, a história da genética, além das aplicações tecnológicas e as implicações éticas referentes ao uso das biotecnológicas, a partir da perspectiva epistemológica de Fleck. Os resultados obtidos apontam a necessidade de se proporcionar uma educação científica atenta às exigências decorrentes do estado atual dos conhecimentos científicos, e suas aplicações tecnológicas, tornando-se imprescindível a partir dos autores do texto, uma formação epistemológica dos professores.

O estudo (03) apresenta um panorama sobre as representações sociais de um grupo de 20 professores de Biologia, atuantes no ensino médio público do distrito federal, que responderam um questionário com perguntas abertas e fechadas, sobre processos biotecnológicos presentes na clonagem. As análises indicaram que somente 10% dos professores entrevistados, demonstraram ter algum conhecimento sobre o processo de clonagem aproximado do consenso científico. O restante apresentaram visões incompletas sobre o processo, o que levou a uma aproximação muito próxima sobre a construção representacional social transmitida pela música, ou seja, focada na ideia de duplicação de um ser. Fato que evidencia a necessidade urgente de revisão curricular dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas, construir possibilidade de formação continuada para estes sujeitos aprofundarem seus conhecimentos relacionados à biologia, em especial as questões relacionadas com a biotecnologia.

Em relação ao trabalho (04) apesar deste trabalho não tratar diretamente da Biotecnologia enquanto conteúdo ou disciplina, ele aborda questões curriculares, envolvidos em uma Situação de Estudo (SE), desenvolvida em um curso técnico de Biotecnologia na cidade de Itabuna - Bahia. A proposta da escrita baseia-se na SE intitulada: “Alisantes – uma forma de ensinar concentração” elaborada pelos Bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) juntamente com a professora de química regente. Os estudantes, partícipes deste estudo, demonstraram uma ressignificação do conceito científico concentração, a partir das interações e articulações entre as diferentes áreas (Química e Biologia) que foram interdisciplinarmente tratadas.

No trabalho (05) os autores analisaram formas históricas de se abordar possíveis riscos químicos buscando estabelecer relações com atividades biotecnológicas, sinalizando contribuições do Princípio de Precaução (PP), como forma de favorecer a participação social nas decisões políticas, tecnológicas e científicas. O trabalho aponta o papel da escola como responsável por problematizar as questões tecnológicas/científicas, destinando a ampliação do diálogo com as comunidades locais e institucionais de ensino superior, na formação de professores e na divulgação científica.

O trabalho (06) aborda a presença da ciência e da tecnologia inserida nos diferentes setores da vida humana, contribuindo com transformações e desenvolvimento, tanto econômicos, sociais e culturais. Os autores analisaram como a Biotecnologia estava sendo abordada no ensino Médio a partir das cinco coleções de livros didáticos de Biologia, de um total de oito obras aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2012. Os resultados apontaram que os materiais

didáticos analisados trouxeram os indicadores sobre biotecnologia de maneira superficial, quando abordados, já que não foram todos os livros que trouxeram essas questões para discussão.

Em relação ao trabalho (07) buscou identificar a partir da perspectiva dos estudantes de uma turma dos 3 anos do Ensino Médio de uma escola pública do Distrito Federal, a respeito da Biotecnologia e de que maneira ela estava ou não presente na vida dos sujeitos. Os autores levantaram material escrito sobre o que os estudantes sabiam/pensavam sobre temas relacionados a clonagem, transgênicos, células-tronco e terapia gênica. As autoras sugerem maior inclusão desses temas ainda durante o Ensino Médio, pois compreendem que as discussões advindas da temática relacionada a biotecnologia podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico e da alfabetização científica.

No trabalho (08) apresentou uma proposta desenvolvida em aulas de Ciências do 9 ano do Ensino Fundamental de uma escola pública no Rio Grande do Sul. O tema da tecnologia/biotecnologia foi trabalhado de maneira contextualizada, embasado na pedagogia de projetos e na organização curricular através de projetos de trabalho (Hernández, 1998 e Hernández & Ventura, 2009). O material foi colhido através de trechos das aulas com base nas escritas dos estudantes, nos diálogos que eles estabeleciam entre si, e nos registros do diário de bordo da professora, além de gravações de áudio. Os autores apontam como resultados, a percepção de indícios de elaboração conceitual trabalhados e de relação da Biotecnologia com o cotidiano.

Já o trabalho (09) trata do não lugar da biotecnologia, ou seja, analisa a importância de uma maior representatividade da biotecnologia no ensino de ciências. Aponta a intensa produção científica da biotecnologia, aliada a falta de pesquisas e trabalhos relativos ao seu ensino, configurando o “não lugar” desse campo do conhecimento, tão importante e ao mesmo tempo tão presente na vida das pessoas. Os autores definem o “não lugar” como aquele que sabemos que existe, mas não percebemos que a ele pertencemos. O trabalho aponta a importância da biotecnologia, pois essa, posiciona os sujeitos aprendentes, como sujeitos dos discursos biotecnológicos, capazes de participarem ativamente em suas comunidades, de promoverem maior abrangência social desse conhecimento, contribuindo assim para a democratização da ciência.

Por fim, o trabalho (10), apresenta as contribuições do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia (PPGB-RENORBIO) criado em 2006. Desde então, o programa tem produzido, aplicado e transferido conhecimento biotecnológico, contribuindo significativamente para o crescimento social e econômico do Estado de Pernambuco. O trabalho objetivou assim, analisar as produções de alunos egressos e os benefícios gerados pelas quatro áreas de concentração do programa: agropecuária, saúde, recursos naturais e industrial. Para além deste movimento, as autoras entrevistaram por e-mail, através de questionário semi-estruturado todos os egressos do programa com recorte temporal estabelecido entre os anos de 2012 e 2017, além de professores e coordenadores. Os autores apontam que os resultados obtidos demonstraram a relevância do programa pelos benefícios sociais e econômicos à população pernambucana, através da difusão do conhecimento científico gerado.

#### **4. Considerações Finais**

A partir das análises acima expostas, precisamos retomar alguns acontecimentos históricos, mesmo que de maneira concisa, para se estabeleçam relações entre as datas de publicação desses trabalhos no ENPEC e a contextualização histórico/social brasileira em relação à Biotecnologia. Precisamos destacar também que em 2001 foi instituído, por meio da Lei n. 10.332 de 19 de dezembro, o Fundo Setorial de Biotecnologia – CT-Biotecnologia, que tem como objetivo incentivar o desenvolvimento científico e tecnológico. Através do financiamento de atividades de pesquisa e desenvolvimento científico-tecnológico de interesse na área de biotecnologia e recursos genéticos. O Fundo tem como fonte de recursos a parcela de 7,5% da Contribuição de Intervenção de Domínio Econômico (CIDE). Concomitante ao estabelecimento do fundo, ficou instituído o Comitê Gestor do Fundo, que conta com representantes dos ministérios da Ciência e Tecnologia, Saúde, Agricultura e Pecuária, da FINEP, do CNPq e por membros do segmento acadêmico e do setor industrial.

Em pesquisa realizada sobre a Biotecnologia no Brasil ainda no ano de 2000, Salles Filho *et al.* (2002) apontaram os números relacionados à pesquisa/pesquisadores de biotecnologia no Brasil. Contávamos com pesquisadores, distribuídos em 1.718 grupos e 3.814 linhas de pesquisas. As ciências agrárias e médicas contavam, respectivamente, com 1.075 e 503 linhas de pesquisa. Fato que deve ter influenciado as áreas de Ensino e Educação nas Ciências. Compreendemos que o desenvolvimento da biotecnologia, e sua democratização exijam a criação e arranjo de um sistema complexo de interação entre diversos agentes.

Se por um lado a emergência desses estudos indica a produção de um campo consistente e promissor no Brasil, por outro, intensifica uma série de desafios concernentes às pesquisas biotecnológicas relacionadas ao Ensino/Educação em Ciências. As pesquisas aqui descritas, apresentam um contexto em que se torna aprofundamento da discussão e implementação das questões relacionadas à biotecnologia, ajudando inclusive a problematizar diferentes áreas temáticas, o que nos leva também a pensar sobre a importância de mais espaços de articulações entre diferentes domínios ou subáreas, tanto no currículo da formação de professores de ciências, quanto nas aulas tanto no ensino fundamental e médio. A biotecnologia além de integrar a base produtiva de diversos setores da economia brasileira, com um mercado para produtos biotecnológicos, está ligada com a vida e as ações do cotidiano das pessoas, de maneira que elas nem percebem. Estando a biotecnologia aplicada na fabricação de pães, bebidas, queijos, etc..., ou na produção da insulina para os diabéticos, na lavoura no melhoramento e clonagem de cultivares, na fabricação de vacinas de fármacos. Callon (2008), aponta a necessidade de se propiciar situações que permitam os sujeitos entenderem a presença das ciências em seus cotidianos, na administração concreta da vida.

Pelo acima exposto e também pela importância da biotecnologia para a formação de jovens pesquisadores e cidadãos, sugerimos novas pesquisas e trabalhos sobre o assunto, em especial nos cursos de graduação e pós-graduação trabalhando essa temática e a formação de professores.

## Referências

- Amaral, G. S., Bispo, A. S. Rodrigues, L. L., Santos, I. M., Massena, E. P. & Guzzi Filho, N. J. (2013). PIBID/ Química UESC - Ensinando concentração através de uma Situação de Estudo no curso técnico de Biotecnologia. Atas do IX ENPEC
- Brasil. (2001). Lei 10332 de 19/12/2001. Institui mecanismo de financiamento para o Programa de Ciência e Tecnologia para o Agronegócio, para o Programa de Fomento à Pesquisa em Saúde, para o Programa Biotecnologia e Recursos Genéticos – Genoma, para o Programa de Ciência e Tecnologia para o Setor Aeronáutico e para o Programa de Inovação para Competitividade. Brasília-DF.
- Brasil. (2018). Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para Biotecnologia. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.
- Callon, M. (2008). Entrevista: Dos Estudos de Laboratório aos estudos coletivos heterogêneos, passando pelos gerenciamentos econômicos. *Sociologias*, Porto Alegre, 302-321.
- Deleuze, G. (1971). *Anti Oedipe et Mille Plateaux: Cours Vincennes - 16/11/1971*. Disponível no site: <http://www.webdeleuze.com/php/texte.php?cle=115&groupe=AntiOedipeetMillePlateaux&langue=1>
- Deleuze, G. & Guattari, F. (1992). *O que é filosofia?* Rio de Janeiro: Editora.
- Ernst, D. C. (2021b). O espaço-tempo do Currículo Rizomático e Transversal no Ensino de Ciências. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Fronteira Sul. Campus Cerro Largo. <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/5022>.
- Ernst, D. C., & Nicolay, D. A. (2020). Cartografias da diferença na pesquisa curricular do ensino de Ciências da Natureza e Matemática. *Research, Society and Development*, 9(11), e96591110246. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10246>
- Ernst, D. C., & Nicolay, D. A. (2021a). O arquivo do inventário dos marginais da diferença na pesquisa curricular brasileira. *Research, Society and Development*, 10(2), e52110211750. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.11750>
- Ferreira, S. & Calabro, L. (2019). Importância do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia -RENORBIO para o desenvolvimento socioeconômico do estado de Pernambuco Importance of the Postgraduate Program in Biotechnology - RENORBIO for the socioeconomic development of the state of Pernambuco. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0214-1.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- Moraes, F. N. (2019). O “Não Lugar” do Ensino de Biotecnologia: Uma Perspectiva de Construção Discursiva The “No Place” of Biotechnology Teaching: A Perspective of Discursive Construction. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0208-1.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- Gilding, M., & Pickering, J. (2011). “May contain traces of biotech”: (re)defining the biotechnology field in Australia, In Proceedings of Australian Sociological Association Conference. Newcastle, *New South Wales*, Australia.

- Goya, P. (2016). A temática biotecnológica na formação inicial de professores de biologia: o que dizem licenciados em fase de conclusão de curso. *Dissertação de mestrado*. UNESP.
- Guattari, F. (2004). *Psicanálise e transversalidade: ensaios de análise institucional*. Aparecida: Ideias e Letras. Hernández, F. (1998). *Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho*. Porto Alegre: Editora Artmed. Hernández, F. & Ventura, M. (2009). *A organização do currículo por projetos de trabalho*. Porto Alegre: Editora Artmed.
- Kapp, A. M., Freitas, D., & Miranda, E. M. (2015). Análise da Biotecnologia nos livros didáticos à luz da perspectiva CTS. *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* –Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1901-1.PDF>.
- Marcelino, V. L., & Marques, A. C. (2017). Abordagens educacionais das biotecnologias no ensino de ciências através de uma análise em periódicos da área. *Investigações no ensino de ciências*. 61-77.
- Moraes, F. N. O "Não Lugar" do Ensino de Biotecnologia: Uma Perspectiva de Construção Discursiva. *Atas do XII ENPEC*. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.
- Nonenmacher S. Keske, C., Ernst, D., & Rigodanzo, S. (2021). Cartografia dos trabalhos publicados no ENPEC acerca do Ensino de Ciências para os sujeitos com Espectro Autista. *Revista Insignare Scientia* . 432-448.
- Oliveira, C. A. I., Ferreira, M., & Sangiogo, F. A. (2017). A análise sobre indícios da aprendizagem sobre Biotecnologia em um projeto de trabalho em aulas de Ciências. *Atas do XI ENPEC*. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.
- Oliveira, C. A. I., Ferreira, M., & Sangiogo, F. A. (2017). A análise sobre indícios da aprendizagem sobre Biotecnologia em um projeto de trabalho em aulas de Ciências. *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0429-1.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- Santos, R. N., Alves, A. O. & Silveira, E. B. (2009). *Microrganismos de uso biotecnológico*. Disponível em: <http://www.eventosufprpe.com.br/jepeX2009/cd/resumos/R0122-3.pdf>.
- Salles-Filho, S., Bonacelli M. B., Mello, D. L., Yamamura, S., & Jôlo, F. (2002). *Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia*. Campinas: MCT/FINEP.
- Scheid, N. M. J., Ferrari, N., & Delizoicov, D. (2005). Ensino de Genética Contemporânea: Contribuições da Epistemologia de Fleck. *Atas do V ENPEC*. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.
- Silva, S. & Santos, W. L. P. (2015). Visões de estudantes do ensino médio sobre temas biotecnologia. *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1306-1.PDF>. Acesso em: 13 jun.
- Viana, M. C., & Carneiro, M. H. (2005). Representações Sociais sobre Clonagem. *Atas do V ENPEC*. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.
- Xavier, M. C. F.; Freire, A. S., & Milton, O. M. (2006). A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. *Ciênc. educ.* 12 (3).