



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE MATO GROSSO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU  
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO**

**ROSEILDO NUNES DA CRUZ**

**OS CONTEÚDOS MATEMÁTICOS NA FORMAÇÃO DE  
PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA NO INSTITUTO  
FEDERAL DE MATO GROSSO**

**CUIABÁ-MT**

**2021**

ROSEILDO NUNES DA CRUZ

**OS CONTEÚDOS MATEMÁTICOS NA FORMAÇÃO DE  
PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA NO INSTITUTO  
FEDERAL DE MATO GROSSO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação stricto sensu, Mestrado Acadêmico em Ensino no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso/IFMT, em associação ampla com a Universidade de Cuiabá, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ensino, área de concentração: Ensino, Currículo e Saberes Docentes e da linha de pesquisa: Ensino de Matemática, Ciências Naturais e suas Tecnologias, sob a orientação do Prof. Dr. Leandro Carbo e Coorientação do Prof. Dr. Marcos Vinícius Ferreira Vilela.

**CUIABÁ–MT**

**2021**

### Dados internacionais de catalogação na fonte

C955o Cruz, Roseildo Nunes da  
Os Conteúdos Matemáticos na Formação de Professores de Ciências e Biologia  
no Instituto Federal de Mato Grosso / Roseildo Nunes da Cruz – Cuiaba – MT,  
2021.  
123 f. : il.

Orientador(a) Leandro Carbo  
Co-orientador(a) Marcos Vinicius Ferreira Vilela  
Dissertação. (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) –  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus  
Cuiabá, 2021.  
Bibliografia incluída

1. Formação docente. 2. Professores de Biologia. 3. Ensino de Ciências da Natureza.  
4. Conteúdos matemáticos. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bibliotecário(as): Jorge Nazareno Martins Costa (CRB1-3205)

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO  
GROSSO  
UNIVERSIDADE DE CUIABÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO**

**OS CONTEÚDOS MATEMÁTICOS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE  
CIÊNCIAS E BIOLOGIA NO INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO**

**ROSEILDO NUNES DA CRUZ**

Defesa da Dissertação em 3 de setembro de 2021, pela Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Leandro Carbo  
Orientador (Presidente)  
IFMT

---

Prof. Dr. Marcos Vinícius Ferreira Vilela  
Coorientador  
UFG

---

Prof. Dr. Geison Jader Mello  
Examinador Interno  
IFMT

---

Prof. Dr. Edward Bertholine de Castro  
Examinador Externo  
UFMT

Documento assinado eletronicamente por:

- Leandro Carbo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/09/2021 15:58:42.
- Geison Jader Mello, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/09/2021 16:10:50.
- MARCOS VINICIUS FERREIRA VILELA, MARCOS VINICIUS FERREIRA VILELA - Membro de banca de pós-graduação - Universidade Federal de Goiás (1), em 03/09/2021 16:12:14.
- EDWARD BERTHOLINE DE CASTRO, EDWARD BERTHOLINE DE CASTRO - Membro de banca de pós-graduação - Universidade Federal de Mato Grosso - Ufmt (1), em 03/09/2021 19:05:39.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 03/09/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifmt.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 235816  
Código de Autenticação: 7807ba9a76



*Foi pensando na profissão docente que executei esta pesquisa, por isso dedico este trabalho a todos os profissionais da educação, a quem esta pesquisa pode ajudar de alguma forma.*

## **AGRADECIMENTOS**

Toda honra e gloria seja dada a Deus, por permitir a realização de mais um sonho. Meu coração está repleto de alegria e gratidão a todos que me ajudaram a conquistar esse título de mestre.

Agradeço aos meus familiares, que me inspiram a crescer a cada dia. Em especial, aos meus pais, Geralda Rodrigues da Cruz e Inocêncio Nunes Da Cruz, que são meu espelho de fé genuína, amor, luta, honestidade, compreensão e humildade. Gratidão por todo amor, esforços e incentivos investidos a mim e aos meus irmãos nesta vida.

Agradeço, em especial, à minha irmã Maria Eva, pelo apoio em minhas decisões.

Agradeço à minha esposa Ilma da Silva Souza, pelo apoio e consolo nos momentos de choro. Gratidão por me fazer feliz com o seu amor.

Agradeço à minha filha Hilla Loana, o bem mais precioso que Deus me deu nesta vida, que é o meu orgulho, horizonte e razão para eu continuar lutando.

Agradeço ao meu orientador e coorientador, os professores doutores Leandro Carbo e Marcos Vinícius Ferreira Vilela, por terem acreditado em mim, em meu projeto e na ciência. Grato pelas incansáveis orientações científicas, as quais contribuíram significativamente para o trabalho realizado.

Agradeço ao meu amigo Fabio Pereira Borges, pelo apoio e incentivo.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino (PPGE<sub>n</sub>), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), por oferecer um curso gratuito de excelência, oportunizando que pessoas como eu, trabalhadores da educação, concretizem seus sonhos.

Agradeço aos docentes do PPGE<sub>n</sub>, pelos ensinamentos e pelas contribuições, em especial, aos professores: Dr. Geison Jader Mello, Dr. Jeferson Gomes Moriel Junior, Dra. Raquel Martins Fernandes Mota, Dr. Ronaldo Eustáquio Senra e Dra. Laura Isabel.

Agradeço aos meus colegas de trabalho do IFMT, campus São Vicente: Kayena, Paula, Gilson, Emilli, Roberta, Arnaldo, Gabriel Leone e Joir, pelo apoio fundamental para que este sonho se tornasse possível.

*“É necessário dizer que não é a  
quantidade de informações, nem a  
sofisticação em Matemática que podem  
dar sozinhas um conhecimento pertinente,  
mas sim a capacidade de colocar o  
conhecimento no contexto”  
(Edgar Morin (1921-)).*

## RESUMO

A ciência compreende um meio de explicação dos fenômenos e das transformações da natureza, e seus conhecimentos resultam da construção coletiva de saberes e experiências, sendo os conteúdos matemáticos essenciais para e na resolução das diversas situações oriundas das práticas científicas e biológicas. Com isso, este trabalho teve por objetivo conhecer quais são os conteúdos matemáticos e que contribuições estes podem levar ao estudo de processos e fenômenos científicos e biológicos abordados nos componentes curriculares de dois cursos de licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT (LCN/BIO). A pesquisa foi baseada em uma investigação de abordagem qualitativa, de cunho exploratório e descritivo, delimitada a partir da análise documental, no intuito de verificar, nos cursos de licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia dos campi São Vicente e Guarantã do Norte, em Mato Grosso, quais são os tópicos presentes quanto ao estudo de conteúdos matemáticos para desenvolvimento dos demais componentes curriculares. Verificou-se que, apesar da identificação da existência de conteúdos matemáticos para abordagem nos cursos de Ciências Biológicas pesquisados, ainda existe uma lacuna desses conhecimentos a ser preenchida, que poderia auxiliar os futuros docentes a melhorar sua atuação frente à produção de saberes dos seus educandos, uma vez que a Matemática se mostra essencial para a construção de novos saberes em face da sua característica primordial de resolução de problemas. Assim, a partir desses resultados, pode-se concluir que, além da necessidade de ampliação do quadro de aplicabilidade dos conteúdos matemáticos nos cursos das áreas de Ciências e Biologia do IFMT, necessário se faz que os conteúdos já existentes sejam melhor abordados de forma a aproximar os conhecimentos já internalizados pelos alunos com os novos saberes a serem mediados, a partir da articulação entre noções e saberes matemáticos com os de Biologia.

**Palavras-chave:** formação docente; professores de Biologia; ensino de Ciências da Natureza; conteúdos matemáticos.



## ABSTRACT

Science comprises a means of explaining the phenomena and the transformations of nature, and its knowledge results from the collective construction of knowledge and experiences, and the mathematical content is essential for and in the resolution of various situations arising from scientific and biological practices. Thus, this work aimed to know what the mathematical contents and what contributions they can bring to the study of scientific and biological processes and phenomena addressed in the curricular components of two undergraduate courses in Natural Sciences with Biology at IFMT (LCN/BIO). The research was based on an investigation of qualitative approach, exploratory and descriptive nature, delimited from the document analysis, to verify, in the undergraduate courses in Natural Sciences with Biology in the campuses São Vicente and Guarantã do Norte, in Mato Grosso, which are the topics present regarding the study of mathematical content for the development of other curricular components. It was verified that, despite the identification of the existence of mathematical contents to be approached in the courses of Biological Sciences researched, there is still a gap of this knowledge to be filled, which could help future teachers to improve their performance in front of the production of knowledge of their students, since Mathematics is essential for the construction of new knowledge due to its primordial characteristic of problem solving. Thus, based on these results, we can conclude that, besides the need to expand the applicability of mathematical content in science and biology courses at IFMT, it is necessary that the existing content be better addressed to bring closer the knowledge already internalized by students with the new knowledge to be mediated, from the articulation between mathematical notions and knowledge with those of Biology.

**Keywords:** teacher education; Biology teachers; teaching of Natural Sciences; mathematical content.

## LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Exemplo de Silva Júnior (2008).....	49
--	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Documentos que compuseram a pesquisa.....	56
Quadro 2 – Relação de cursos investigados .....	58
Quadro 3 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e/ou necessários para a compreensão de fenômenos científicos e biológicos .....	61
Quadro 4 – Matriz curricular da LCN/BIO/SVC, 2017.....	69
Quadro 5 – Componentes curriculares que abordam especificamente o conteúdo matemático na LCN/BIO/SVC .....	71
Quadro 6 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários evidenciados nos grupos curriculares básicos de Biologia celular, molecular e evolução – LCN/BIO/SVC .....	74
Quadro 7 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários ao estudo dos conteúdos curriculares de Diversidade Biológica – LCN/BIO/SVC.....	78
Quadro 8 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários evidenciados nos conteúdos curriculares de Ecologia – LCN/BIO/SVC .....	81
Quadro 9 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários evidenciados nos conteúdos curriculares de Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra – LCN/BIO/SVC.....	84
Quadro 10 – Matriz curricular da LCN/BIO/GTA, 2017.....	90
Quadro 11 – Componentes curriculares que abordam especificamente o conteúdo matemático na LCN/BIO/GTA .....	92
Quadro 12 – Conteúdos indispensáveis e necessários evidenciados nos componentes curriculares de Biologia celular, molecular e evolução – LCN/BIO/GTA .....	95
Quadro 13 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários evidenciados nos componentes curriculares de Diversidade biológica – LCN/BIO/GTA .....	99
Quadro 14 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários evidenciados nos conteúdos curriculares de Ecologia – LCN/BIO/GTA .....	101
Quadro 15 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários evidenciados nos conteúdos curriculares de Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra – LCN/BIO/GTA.....	104
Quadro 16 – Produções relacionadas com a temática pesquisada – BDTD (2009–2019) .....	120

Quadro 17 – Produções relacionadas com a temática pesquisada – Capes (2009–2019) .....	121
--	-----

## LISTA DE SIGLAS

<b>BDTD</b>	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
<b>BIO</b>	Habilitação em Biologia
<b>BNC</b>	Base Nacional Comum
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CEFETs</b>	Centros Federais de Educação Tecnológica
<b>CES</b>	Câmara de Educação Superior
<b>CFBIO</b>	Conselho Federal de Biologia
<b>CFE</b>	Conselho Federal de Educação
<b>CNE</b>	Conselho Nacional de Educação
<b>CP</b>	Conselho Pleno
<b>CRJAC</b>	Centro de Referência de Jaciara (MT)
<b>DCNs</b>	Diretrizes Curriculares Nacionais
<b>ETF</b>	Escola Técnica Federal
<b>FHC</b>	Fernando Henrique Cardoso
<b>GTA</b>	Guarantã do Norte (MT)
<b>IBICT</b>	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
<b>IES</b>	Institutos de Ensino Superior
<b>IFMT</b>	Instituto Federal de Mato Grosso
<b>IFs</b>	Institutos Federais
<b>LCN</b>	Licenciatura em Ciências da Natureza
<b>LDBEN</b>	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
<b>MCTIC</b>	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações
<b>MEC</b>	Ministério da Educação
<b>MT</b>	Mato Grosso
<b>PCN</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais
<b>PPCs</b>	Projetos Pedagógicos dos Cursos
<b>RFEPT</b>	Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica
<b>SETEC</b>	Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
<b>SVC</b>	São Vicente (MT)
<b>UFSC</b>	Universidade Federal de Santa Catarina
<b>UNESP</b>	Universidade Estadual Paulista
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
2 A FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA .....	22
2.1 A história da formação de professores de Ciências e Biologia .....	22
2.2 A formação docente nos Institutos Federais: um recorte sobre o estado de Mato Grosso .....	25
2.3 Necessidades formativas do professor de Ciências e Biologia.....	29
3 A HISTÓRIA E A EPISTEMOLOGIA DA MATEMÁTICA E DA BIOLOGIA: AS RELAÇÕES EXISTENTES ENTRE OS CAMPOS DO CONHECIMENTO .....	33
3.1 O papel da Matemática na constituição da Ciência Moderna .....	33
3.2 A história e a epistemologia da Biologia .....	36
4 A NECESSIDADE DE RELIGAÇÃO DOS SABERES E AS POSSIBILIDADES DE ARTICULAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS MATEMÁTICOS E BIOLÓGICOS .....	41
4.1 O problema da fragmentação do conhecimento .....	41
4.2 A Teoria da Complexidade e a necessidade de religação dos saberes.....	44
4.3 As possibilidades de articulação entre os conteúdos matemáticos e biológicos e suas contribuições para o ensino e a formação de professores de Biologia .....	46
5 PERCURSO METODOLÓGICO.....	55
5.1 Apresentando os lócus da pesquisa .....	57
5.2 Análise e interpretação dos dados.....	58
6 OS CONTEÚDOS MATEMÁTICOS NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM HABILITAÇÃO EM BIOLOGIA DO IFMT .....	67
6.1 A Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia no campus São Vicente.....	67
6.1.1 A organização curricular da LCN/BIO/SVC .....	68
6.1.2 Os componentes curriculares que abordam os saberes matemáticos na LCN/BIO/SVC.....	71
6.1.3 Os conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários para a compreensão dos fenômenos científicos e biológicos estudados na LCN/BIO/SVC.....	73
6.2 A Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia no campus Guarantã do Norte .....	89
6.2.1 A organização curricular da LCN/BIO/GTA .....	90
6.2.2 Os componentes curriculares que abordam os saberes matemáticos na LCN/BIO/GTA.....	92

6.2.3 Os conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários para a compreensão dos fenômenos científicos e biológicos estudados LCN/BIO/GTA .....	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
REFERÊNCIAS .....	113
APÊNDICES.....	120
APÊNDICE A – Produções relacionadas com a temática pesquisada – BDTD (2009–2019).....	120
APÊNDICE B – Produções relacionadas com a temática pesquisada – Capes (2009–2019).....	121

## 1 INTRODUÇÃO

A percepção sobre a importância da educação científica no contexto educacional brasileiro é relativamente nova. Prova disso, foi o tempo necessário para que os componentes curriculares<sup>1</sup> científicos passassem a ter um espaço no currículo escolar. Outro aspecto relevante decorre do fato de que não se avançou no modo como se concebe e ensina os conhecimentos científicos. O modo de ensinar ainda é centrado em um modelo conteudista, baseado na transmissão de conceitos estanques, e a concepção de ciência ainda acompanha os pensamentos consolidados no século XVII.

Na busca por compreender e encontrar soluções para essa problemática, diversos pesquisadores têm se dedicado a realizar investigações, visando discutir os problemas e encontrar formas que promovam a melhoria da educação científica. Estudiosos, como Cachapuz et al. (2005), consideram que a renovação do ensino de Ciências não deve ocorrer apenas a partir de uma ressignificação da abordagem didático-metodológica das aulas, mas também de uma mudança de postura epistemológica por parte dos professores.

Nessa perspectiva, não há como falar sobre a melhoria do ensino de Ciências sem tratar da formação inicial dos professores. As novas demandas da sociedade e as concepções atuais de mundo e de Ciência têm feito com que o papel da escola e do professor seja continuamente questionado. Nessa nova configuração escolar, o ensino de Ciências passa a ter a atribuição de conduzir os estudantes a compreender o mundo e a interpretar os fenômenos com os quais se depara no seu cotidiano (PIERSON; NEVES, 2011).

No entanto, os cursos de licenciatura não têm conseguido formar professores que estejam aptos a lidar com esses novos desafios da escola e da educação científica. Isso porque a maioria dos cursos que formam professores de Ciências e Biologia é estruturada a partir de uma lógica curricular fragmentada, na qual os conhecimentos científicos vão sendo ensinados de forma individualizada e a “contagotas”. Além disso, os licenciados não são conduzidos a compreender as teorias e os

---

<sup>1</sup> Para fins desta pesquisa, adotou-se a utilização do termo “componente curricular” e não “disciplina”, uma vez que nos Projetos Pedagógicos dos Cursos analisados é assim tratado.



conceitos científicos e biológicos dentro de um contexto histórico, sujeitos a influências externas.

Com isso, esse novo professor, ao chegar à escola, tende a reproduzir, na sua prática docente, as estratégias de ensino e a concepção de ciência em que foi formado e, diante disso, não serão capazes de compreender — e aplicar — que a lógica do conhecimento científico não pode ser reproduzida fielmente no contexto escolar, devendo ser recontextualizada a partir de interesses sociais mais amplos (LOPES; MACEDO, 2011).

Nessa perspectiva, enquanto docente que atua na área, entende-se que um dos maiores desafios para o ensino de Ciências e Biologia é o de aproximar as bases epistemológicas desse conhecimento aos objetivos do ensino dos componentes curriculares científicos na escola — motivação que nos levou à realização desta pesquisa. No que se refere à história e à epistemologia da Biologia, estas são relativamente novas, surgindo apenas no decorrer do século XX. Antes disso, a descrição e a compreensão dos fenômenos biológicos eram realizadas com base nas leis e teorias das Ciências Exatas (BELLINI, 2007).

Na minha atuação, enquanto professor dos componentes curriculares Introdução ao Cálculo e Matemática Aplicada às Ciências da Natureza, no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO), do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)/Centro de Referência de Jaciara (MT), pude participar de diversos momentos de reflexão, seja com meus pares (docentes formadores), seja com os licenciandos do curso, quando fui questionado sobre a real contribuição dos saberes matemáticos para a formação do professor de Ciências e Biologia, trazendo inquietações sobre a temática e, por conseguinte, a motivação para a premente necessidade de pesquisar sobre o assunto.

Em parte, essa preocupação do coletivo do curso (professores e estudantes) está relacionada com o grande número de reprovações ocorridas nos componentes curriculares os quais abordam esses saberes, que fazem com que esta pesquisa busque, para além da resposta ao seu problema central, cumprir com o meu papel docente enquanto agente transformador no processo educacional.

Nessa perspectiva, os questionamentos mais recorrentes são: quais são os conhecimentos matemáticos que realmente são importantes para a compreensão dos conteúdos que abordam os processos e/ou fenômenos biológicos? Ou ainda: será que

os componentes curriculares que abordam os conteúdos matemáticos e que estão previstos na matriz curricular não abordam esses saberes de modo demasiadamente rigoroso e aprofundado?

Por conseguinte, a partir da problemática e dos questionamentos acima elencados, surgiu uma inquietação no sentido de conhecer o papel que os conhecimentos matemáticos assumem na formação de professores de Ciências e Biologia. O interesse pela problemática acima apresentada serviu de impulso para a investigação desenvolvida por meio desta dissertação.

Após a definição do tema de pesquisa, realizei um levantamento bibliográfico prévio, com o intuito de conhecer o estado do conhecimento das pesquisas que se dedicaram a investigar a formação de professores de Biologia, sobretudo aquelas que buscaram compreender o papel dos conhecimentos matemáticos na formação desses professores.

Esse estudo foi de grande relevância, visto que, após o levantamento de trabalhos (teses, dissertações e artigos) publicados na última década (2009 a 2019), no banco de teses e dissertações da Capes (Apêndices A e B), foi possível verificar que poucos são os estudos dedicados a investigar esse tema, o que reflete na contribuição desta pesquisa para a área de formação de professores de Ciências e Biologia.

No entanto, destacamos aqui a importância do conhecimento da produção acadêmica já existente, no sentido de auxiliar o pesquisador na tarefa de situar e delimitar o seu objeto de estudo. Nesse tipo de análise, é possível conhecer, dentro de uma determinada temática, quais são as questões que ainda não foram abordadas pelas pesquisas e perceber aquelas que já foram satisfatoriamente respondidas.

Diante do exposto, buscamos investigar a incidência, as tendências e as características dos trabalhos cujas temáticas envolvem a formação inicial de professores de Ciências e Biologia, procurando, em especial, aquelas que tratam do lugar dos conhecimentos matemáticos na formação desses profissionais. Assim, para atender a esses objetivos, foi realizado um estudo do tipo “estado do conhecimento” (ROMANOWSKI; ENS, 2006).

Para a realização do estudo proposto, realizamos a análise de dois repositórios digitais de teses e dissertações: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e Catálogo de Teses & Dissertações da Capes. Foram selecionados, por meio da

utilização dos descritores: 1) Formação inicial do professor de Biologia e 2) Contribuição da Matemática na formação do professor de Biologia.

A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) foi elaborada pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), que é ligado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC), com a finalidade de dar publicidade às dissertações e às teses desenvolvidas nas instituições brasileiras de ensino superior, públicas e privadas, garantindo, dessa forma, a divulgação e notoriedade à produção do conhecimento científico e tecnológico em âmbito nacional<sup>2</sup>.

Já a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) é uma fundação vinculada ao Ministério da Educação (MEC), que atua na expansão e consolidação dos programas de pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) do país<sup>3</sup>.

Assim, o objetivo principal desse “mapeamento” foi o de constatar a incidência das ideias disseminadas por meio da produção acadêmica sobre a de estudos sobre a temática investigada. Para o levantamento dos trabalhos analisados foram utilizados os seguintes descritores: 1) Formação inicial do professor de Biologia e 2) Contribuição da Matemática na formação do professor de Biologia.. Foram selecionados para esse estudo bibliográfico os estudos desenvolvidos e publicados nos últimos dez anos (2009 a 2019).

A seleção dos trabalhos para leitura obedeceu à seguinte ordem: as teses de doutorado (T) e as dissertações de mestrado (D) foram pré-selecionadas a partir da presença dos descritores no título. Posteriormente, foi realizada a leitura dos respectivos resumos para verificar a adequação ao tema e as semelhanças dos trabalhos em relação a este presente estudo.

Após a primeira triagem, os materiais selecionados foram analisados de forma mais específica, com leitura aprofundada e intenção de verificar as contribuições de conhecimentos matemáticos na formação do professor de Biologia, especialmente no que se refere à frequência com que os conhecimentos matemáticos aparecem nessas produções durante o período estipulado no referido levantamento.

---

<sup>2</sup> Informação disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Content/history>. Acesso em: 10 set. 2020.

<sup>3</sup> Informação disponível em: <http://uab.capes.gov.br/perguntas-frequentes>. Acesso em: 10 set. 2020.

A partir dos descritores: 1) Formação inicial do professor de Biologia e 2) Contribuição da Matemática na formação do professor de Biologia resultados obtidos no primeiro momento do estudo, selecionou-se, previamente, 45 produções, sendo 18 do BDTD e 27 da Capes. Em um segundo momento, afinou-se a busca por trabalhos que, dentre aqueles previamente selecionados, apresentassem maior relação com os objetivos desta investigação. A partir dessa triagem mais criteriosa, foram encontradas cinco produções no BDTD e oito produções no Banco de Teses & Dissertações da Capes (Apêndices A e B).

Esses trabalhos foram dedicados a investigar diferentes aspectos da formação inicial de professores de Ciências e Biologia, tendo, como um de seus instrumentos de produção de dados, os Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs), procedimento semelhante ao realizado nesta pesquisa.

Conforme os dados constantes dos quadros 16 e 17 (Apêndices A e B), podemos perceber que prevalece um grande interesse, por parte dos pesquisadores da área de formação de professores de Ciências e Biologia, na realização de investigações que buscam compreender os diferentes aspectos dessa formação.

Todavia, ainda que esse objeto seja amplamente debatido e pesquisado nos últimos anos, observou-se que, quando delimitamos a busca por aquelas produções que procuraram investigar o lugar, as relações e/ou as contribuições do conteúdo matemático para a formação inicial desses professores, nenhum trabalho foi encontrado dentro do período analisado.

Por conseguinte, ao percebermos que não havíamos encontrado nenhum trabalho que apresentasse uma relação mais intrínseca com o nosso objetivo de pesquisa, dentro do recorte de tempo inicialmente proposto, fizemos uma nova busca por produções entre os anos de 2002 e 2008.

Essa delimitação temporal é justificada pelo fato de que, somente a partir de 2002, passaram a vigorar as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) específicas para os cursos de Ciências Biológicas (licenciatura e bacharelado). Dentre outras orientações presentes nesse documento, estão dispostas as áreas de conhecimento e os conteúdos obrigatórios, que, por sua vez, devem estar presentes no currículo de todos os cursos de licenciatura que formam professores de Biologia.

Todavia, essa nova busca realizada foi feita com o objetivo de identificar produções que contemplassem, concomitantemente, os descritores 1 e 2 (Formação

inicial do professor de Biologia e Contribuição da Matemática na formação do professor de Biologia). Procuramos, também, estender a pesquisa em outros repositórios digitais de teses e dissertações, a saber: Repositório institucional da Universidade Estadual Paulista (Unesp) e Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo (USP), que resultou na localização de apenas um único trabalho, qual seja, a dissertação: *O ensino de Matemática nos cursos de Ciências Biológicas: uma proposta de conteúdos recomendados* (2003), de Elizabeth Mattiazzo-Cardia.

O trabalho desenvolvido pela pesquisadora procurou identificar quais conteúdos de Matemática seriam os mais adequados para auxiliar no entendimento dos processos e dos padrões biológicos estudados pelos alunos no curso de Ciências Biológicas, a partir de um levantamento junto a professores, alunos e biólogos e da análise de livros de Biologia e de projetos de ensino de estabelecimentos acadêmicos escolhidos pela pesquisadora que mantinham, à época da investigação, cursos de Ciências Biológicas. O conjunto de informações produzido foi de grande relevância para o desenvolvimento desta dissertação, uma vez que forneceu subsídios para o delineamento dos nossos estudos.

Por conseguinte, consideramos que a quase ausência de pesquisas que se aproximam do objeto de estudo desta investigação se configura como um grande desafio ao pesquisador, que tem a tarefa de se aprofundar em um tema com poucas referências de consulta, levando-o a buscar informações que permitam alcançar um maior esclarecimento sobre o tema e que possibilite identificar a relação que os saberes matemáticos possuem com inúmeras áreas de conhecimento, muitas, até mesmo, fora da área da educação, o que comprova a importância deste objeto de estudo na e para a atualidade, devido ao caráter transversal e de possibilidade de abrangência.

A partir da contextualização do processo de construção do objeto de pesquisa descrito acima, a presente investigação tem a seguinte problemática central: quais são os conteúdos matemáticos, compreendidos como indispensáveis e/ou necessários, que devem estar presentes no currículo das licenciaturas que formam professores de Ciências e Biologia no IFMT, considerando os fenômenos e os processos científicos e biológicos estudados nesses cursos?

De modo a alcançar respostas para essa problemática, esta investigação tem,

como objetivo geral, conhecer quais são os conteúdos matemáticos e que contribuições eles podem trazer tanto ao estudo dos processos quanto dos fenômenos científicos e biológicos abordados nos componentes curriculares de dois cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT (LCN/BIO).

Para tanto, delimitou-se os seguintes objetivos específicos: estabelecer o estado do conhecimento de investigações que tratam da temática sobre as contribuições dos saberes matemáticos para e na formação de professores de Ciências e Biologia no cenário nacional; compreender quais são as características fundamentais de funcionamento dos cursos investigados, com base nas concepções e finalidades de formação e organização curricular; conhecer quais são e como estão dispostos, no currículo, os conhecimentos matemáticos que são ensinados nessas licenciaturas e examinar se os conhecimentos matemáticos ensinados são adequados para a compreensão dos fenômenos científicos e biológicos estudados ao longo dos cursos.

Com aporte de autores que vêm se debruçando sobre os estudos pertinentes à formação de professores, à articulação de saberes e, mais especificamente, às relações estabelecidas entre saberes matemáticos para desenvolvimento de outros componentes curriculares, espera-se, a partir da resposta à problemática apresentada, contribuir para a ampliação dos conhecimentos, buscando conhecer melhor o lugar dos conteúdos matemáticos na compreensão dos processos e dos fenômenos científicos e biológicos, que, por sua vez, são abordados ao longo dos cursos de licenciatura que formam professores de Biologia.

Diante do exposto, esta dissertação foi dividida em cinco capítulos, além desta introdução, que apresenta a pesquisa e o mapeamento realizado quanto às produções existentes sobre a temática e suas correlações com o estudo proposto neste estudo, e das considerações finais.

O capítulo *A formação inicial docente de professores de Ciências e Biologia* buscou abordar sobre como se dá a formação do professor de Ciências e Biologia, desde o seu processo histórico-social, suas necessidades prementes e seu perfil dentro dos Institutos Federais de Educação, com recorte especial para o IFMT.

No capítulo *A história e a epistemologia da Matemática e da Biologia: as relações existentes entre os campos do conhecimento*, os estudos foram voltados

para a identificação da importância da Matemática na constituição da Ciência Moderna e as relações epistemológicas correlatas com a Biologia.

O capítulo *A necessidade de religação dos saberes e as possibilidades de articulação entre os conteúdos matemáticos e biológicos* tem como objetivo trazer à discussão a problemática enfrentada em decorrência da fragmentação do conhecimento e apresentar as concepções que dão suporte à ideia do estabelecimento da comunicação entre os saberes, sem que um despreze o outro, em especial, aquelas advindas da Teoria da Complexidade.

No capítulo *Percurso Metodológico*, aborda-se a trajetória adotada para a realização desta pesquisa, seu lócus e os sujeitos que a integram, dando início à análise dos dados coletados quanto aos currículos e às aplicações efetivas da Matemática nos componentes curriculares de Ciências e Biologia.

Já o capítulo *Os conteúdos matemáticos nos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT* exhibe as informações pertinentes ao curso nos campi de São Vicente e Guarantã do Norte, em Mato Grosso, mostrando desde a sua organização curricular, com destaque às partes que abordam os saberes matemáticos, a identificação daqueles indispensáveis e/ou necessários e a relação estabelecida entre tais saberes e os componentes curriculares do curso de LCN/BIO.

Ao final, apresentamos as considerações finais desta investigação, sendo estas estruturadas a partir de todas as etapas da pesquisa evidenciadas nos capítulos anteriores e que demonstram a necessidade de ampliação da pesquisa para incluir as possibilidades de adequações curriculares e as práticas metodológicas que permitem um melhor aproveitamento dos saberes matemáticos nos componentes curriculares ofertados pelos cursos de LCN/BIO.

## **2 A FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA**

Pensar em uma concepção de formação docente do professor de Ciências e Biologia faz com que se busque compreender quais são as necessidades formativas desse profissional, como se deu o processo evolutivo histórico dessa formação para, assim, a partir do cerne nuclear desta pesquisa, entender a atuação e a necessidade junto aos docentes de Ciências e Biologia do IFMT.

Nesse sentido, busca-se sustentação em orientações legais e curriculares para o ensino de Ciências e em teóricos, dentre os quais se destacam: Carvalho e Gil-Pérez (2011), Cavalcanti (2014). Fazenda (2008; 2011), Schnetzler (2002), Silva e Garnica (2018), Tomita (1990) etc.

Na sequência, apresentam-se um retrospecto histórico sobre a formação do docente de Ciências e Biologia, um recorte sobre como se dá o processo de formação dos professores dos Institutos Federais (IFs), em especial, no estado de Mato Grosso e, por fim, aborda-se sobre as necessidades formativas desses profissionais.

### **2.1 A história da formação de professores de Ciências e Biologia**

A história da formação de professor de Ciências e Biologia no Brasil é relativamente recente. Na década de 1930, foi criado o primeiro curso que formava profissionais na área de Ciências e Biologia, denominado História Natural, na Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo (TOMITA, 1990).

No início, como o curso de História Natural tinha por finalidade formar bacharéis, ele possuía uma visão mais contemplativa de descoberta da natureza, sem intervir sobre ela, contudo, ainda assim, os alunos recebiam uma sólida formação, especialmente em Biologia, Zoologia, Botânica e Geologia. Com a extinção desse curso, por volta de 1963, houve o desdobramento dessa formação em dois novos cursos: Geologia e Ciências Biológicas (TOMITA, 1990).

No ano de 1967, o curso de Ciências Biológicas passou a ser ofertado, permitindo a concessão de dois graus acadêmicos: licenciatura (formação de professores de Biologia para atuar no atual ensino médio) e bacharelado (na



modalidade médica). Além dessa nova adequação no curso de Ciências Biológicas, ocorreram várias outras modificações no sistema educacional brasileiro, que vieram na esteira de uma profunda reforma promovida pelo governo militar, o qual reestruturou o sistema educacional do nível básico até a universidade (TOMITA, 1990).

A partir da promulgação da Constituição Federal de 1967, ocorreu a ampliação da gratuidade e da obrigatoriedade do ensino em oito anos, fato este que levou à necessidade da elaboração de uma nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, cuja norma viria a ser publicada no ano de 1971 (ASSIS, 2012). Diante da ampliação do acesso à educação básica gratuita, fez emergir outra necessidade: a de formar mais professores para atender a essa demanda.

De acordo com Silva e Garnica (2018), uma das medidas tomadas pelo governo militar foi a criação das licenciaturas curtas, regulamentadas pela Resolução do Conselho Federal de Educação (CFE) n.º 30/1974. A referida norma previa a licenciatura curta em Ciências, com duração de dois anos e 1.800 horas, e habilitava o professor para lecionar o componente curricular Ciências no atual ensino fundamental. Caso o professor quisesse lecionar no atual ensino médio, deveria cursar habilitação específica em um dos campos curriculares das Ciências da Natureza (Química, Física, Biologia e Matemática) (SILVA; GARNICA, 2018).

Nesse segmento, os autores ainda apontam que o professor, para se tornar habilitado a ministrar o componente curricular Biologia no atual ensino médio, deveria integralizar um currículo dividido em duas etapas: 1) parte comum: composta por componentes na área de Matemática, Química, Física, Geologia e Biologia (ao final dessa etapa, o professor se tornaria habilitado para ensinar Ciências no atual ensino fundamental) e 2) parte diversificada: composta por componentes curriculares de Biologia Geral, Biofísica, Bioquímica, Botânica, Zoologia e Ecologia (SILVA; GARNICA, 2018). De acordo com esses autores, a formação pedagógica e profissional ficava a cargo da instrumentação para o ensino e o estágio obrigatório.

A unificação dos cursos de licenciatura que formavam professores para os componentes curriculares científicos começou a ser implementada, em âmbito nacional, no ano letivo de 1975. Nesse mesmo ano, o CFE publicou a Resolução n.º 37/1975, estabelecendo a licenciatura curta em Ciências e Matemática como o modelo único para formação de professores em ensino de Ciências (GATTI, 2010,

MARTINEZ, 2015). Verifica-se, pois, que o modo como foram organizadas essas licenciaturas, na década de 1970, influenciou na estruturação dos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza, que ofertam habilitações em Biologia, Química e Física, atualmente em funcionamento.

Com a promulgação da Lei n.º 9.394/1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional — LDBEN), houve uma mudança significativa, de forma que as licenciaturas curtas foram extintas e a formação inicial docente ficou a cargo da educação básica, por meio da realização de cursos de licenciatura plena. Ademais, a partir do ano de 2002, foram instituídas as DCNs para a formação de professores.

A implantação das diretrizes curriculares foi importante para estabelecer bases mais claras a serem seguidas pelos cursos de licenciatura, sobretudo, quanto ao lugar dos conhecimentos pedagógicos e profissionais no currículo desses cursos.

As DCNs, para a formação de professores, foram revistas em dois momentos posteriores: nos anos de 2015 e 2019. Atualmente, está em vigor a Resolução do Conselho Nacional de Educação (CNE) n.º 2, de 20 de dezembro de 2019, que: “Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação)” (BRASIL, 2019).

Nessa perspectiva, os cursos que formam professores de Biologia são concebidos a partir das orientações estabelecidas nas DCNs para os cursos de formação de professores, em consonância com o que dispõe a Resolução CNE n.º 7/2002, que trata especificamente das DCNs para os cursos de graduação em Ciências Biológicas (bacharelado e licenciatura) (BRASIL, 2002).

Todavia, Martinez (2015) ressalta, em seus estudos, que as DCNs para os cursos de Ciências Biológicas trazem poucas contribuições para a formação dos professores de Biologia. Segundo a autora, como são diretrizes para cursos de bacharelado e licenciatura, as concepções de formação são generalistas, na perspectiva de formar profissionais que possam atuar em diferentes espaços profissionais (MARTINEZ, 2015). Assim, a autora aponta que há fragilidades nesse documento, sobretudo no tocante à falta de uma discussão mais profícua sobre questões relacionadas à formação docente.

No que tange aos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia, corrobora-se com o entendimento de Fernandes (2012) de

que não existem diretrizes e/ou referenciais específicos que orientam a concepção e o funcionamento desses cursos. Na ausência de parâmetros legais, seu currículo fica segmentado em duas etapas: uma que se dedica a abordar conhecimentos voltados à formação do professor de Ciências (séries finais do ensino fundamental) e outra que aborda os conhecimentos específicos e pedagógicos voltados à formação de professores de Biologia (ensino médio).

De acordo com Tardif, Lessard e Lahaye (1991, p. 218), a formação desses docentes deve ser pautada na concepção de que a relação estabelecida por esses profissionais com os saberes “não se reduz a uma função de transmissão dos conhecimentos já constituídos, pois sua prática integra diferentes saberes, com os quais o corpo docente mantém diferentes relações”, assim, o docente deve ser formado para mediar, criar condições e facilitar o processo de ensino e aprendizagem do educando na veiculação de um conhecimento que seja contextualizado e significativo.

Nesse sentido, a formação do professor de Biologia se ampara em ‘saber’ e ‘saber fazer’. Para Tardif (2007, p. 36), o conhecimento docente: “[...] se constitui em um ‘saber plural’, formado pelo amálgama mais ou menos coerente de saberes oriundos da formação profissional e de saberes curriculares: experienciais e disciplinares”. Para tanto, a finalidade da formação docente deve estar ancorada num processo educacional que busque o “pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1996).

A partir dessa abordagem sobre a formação docente em Ciências e Biologia em cenário amplo, passa-se, no tópico seguinte, a delimitar os apontamentos sobre a formação docente dos profissionais que atuam nos IFs, nas respectivas áreas, considerando ser esse o cenário principal desta pesquisa.

## **2.2 A formação docente nos Institutos Federais: um recorte sobre o estado de Mato Grosso**

A centenária rede federal de educação profissional e tecnológica teve seu início em 1909, quando Nilo Peçanha, presidente da República naquele período, em 23 de

setembro, por meio Decreto n.º 7.566, criou 19 escolas de Aprendizes e Artífices, todas subordinadas ao Ministério dos Negócios da Agricultura, Indústria e Comércio (BRASIL, 1909). Já o ponto de partida da educação profissional, no estado de Mato Grosso, ocorreu em 1910, com a criação da Escola de Aprendizes Artífices de Mato Grosso (atual Instituto Federal de Mato Grosso — IFMT). Essa instituição de educação profissional foi criada com o objetivo de munir o aluno de uma arte que o habilitasse a exercer uma profissão e a se manter como artífice (BRASIL, 2009; KUNZE, 2009; MARQUES; INÁCIO FILHO, 2017).

De acordo com Stering (2018), em 1930, com Getúlio Vargas no comando do país, foi estabelecido um novo rumo na economia brasileira, tendo como foco a atividade industrial, fazendo com que aumentasse a necessidade de mão de obra atuando no setor e, por conseguinte, uma intensa expansão era gerada, em que se exigia a preparação de novos trabalhadores para o mercado.

Assim, em 1937, foi promulgada uma nova Constituição Brasileira, trazendo, pela primeira vez em seu bojo, a abordagem do ensino técnico profissional e industrial. No mesmo ano, por meio da Lei n.º 378, transformaram-se as Escolas de Aprendizes e Artífices em Liceus Industriais e foi estabelecido o ensino profissional em todos os ramos e graus (STERING, 2018).

No ano de 1959, durante o governo de Juscelino Kubitschek, as escolas técnicas e industriais foram transformadas em autarquias, passando a serem denominadas de Escolas Técnicas Federais (ETFs). Entre as décadas de 1960 e 1980, o Brasil passou a ser governado por uma ditadura militar, período em que houve uma profunda transformação da e na educação brasileira, sendo a educação profissional considerada como uma das molas propulsoras para o desenvolvimento industrial (KUNZE, 2009).

Um marco importante nessa transformação ocorreu em 1978, ano em que foram criados os primeiros Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs), que, por sua vez, surgiram da transformação das ETFs do Paraná, de Minas Gerais e do Rio de Janeiro, as quais foram as primeiras instituições de educação profissional a terem a incumbência de ofertar cursos superiores (BRASIL, 2009), e, na sequência, foram implantados nos estados do Maranhão (1989) e da Bahia (1993) (NASCIMENTO, 2012; ARAÚJO, 2016).

Ainda de acordo com Araújo (2016, p. 30), os CEFETs seriam responsáveis pela oferta de cursos superiores, “expandindo e diversificando sua atuação, mas sem sair da área de formação profissional, seguindo a finalidade de criação desses estabelecimentos de ensino, a de formar pessoas para ofertar mão de obra especializada”.

Além dos cursos de graduação em Engenharia Industrial e Tecnólogos, essas instituições de educação profissional foram incumbidas de ofertar cursos de licenciatura plena e de curta duração. Naquele momento, os cursos de licenciatura ofertados pelos CEFETs tinham por objetivo suprir o déficit de professores da própria rede de educação profissional.

A criação dos CEFETs, em outras regiões do Brasil, veio a ocorrer apenas no final dos anos 1990 e início dos anos 2000. Nesse período, diversas ETFs já existentes foram transformadas em CEFETs. Todavia, o espaço de tempo existente entre os processos de “cefetização”, iniciados nas décadas de 1970 e 1990, respectivamente, promoveu diferenças significativas entre os objetivos e as finalidades dessas instituições.

Segundo Flach (2014), enquanto os primeiros CEFETs foram criados na perspectiva de que as instituições de educação profissional também ofertassem cursos superiores, aqueles criados entre os anos de 1990 e 2000, apesar de manterem a oferta da educação superior, tiveram por finalidade se consolidar como instituições especializadas na oferta de educação profissional tecnológica.

Dentre as formações ofertadas nessas instituições, destacamos a retomada dos cursos de ensino médio integrado e a oferta de licenciaturas e programas especiais de formação pedagógica, com ênfase nas áreas científica e tecnológica. Nos anos 2000, a autonomia acadêmico-administrativa dos CEFETs foi ampliada, fazendo com que pudessem implantar novos cursos de formação de professores sem a necessidade de autorização prévia do Ministério da Educação (MEC) (VIANNA, 2005; FLACH, 2014).

Todavia, apesar da ampliação da autonomia dos CEFETs criados no final da década de 1990, estes a tinham num patamar inferior daqueles criados na década de 1970. Essa distorção foi gerada pela vinculação dessas instituições a diferentes secretarias do MEC.

Enquanto os CEFETs implantados antes de 1994 estavam sob a supervisão da Secretaria de Educação Superior, aqueles que foram criados após esse período estavam sob a responsabilidade da Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Com isso, essa distinção no processo de administração e de supervisão dos CEFETs fez com que as licenciaturas por eles ofertadas apresentassem condições díspares de oferta (VIANNA, 2005).

De acordo com Pansardi (2013), a oferta de cursos de licenciatura pelos CEFETs vem na esteira de reformas educacionais promovidas durante o governo Fernando Henrique Cardoso (FHC). Isso porque referidas reformas tiveram uma grande influência das concepções difundidas pelo Banco Mundial. É importante ainda lembrar que, durante o governo FHC, a expansão da educação profissional e tecnológica no Brasil ficou bastante comprometida.

A retomada dessa expansão somente ocorreu no governo do então presidente Luiz Inácio Lula da Silva, que, a partir do ano de 2005, lançou a primeira fase do Plano de Expansão da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica (RFEPT).

A segunda fase do plano de expansão foi implantada no ano de 2007, na qual, a partir da Chamada Pública MEC/SETEC n.º 02/2007<sup>4</sup>, as instituições de educação profissional e tecnológica foram convidadas a aderir a uma nova configuração da RFEPT, que, mais adiante, em 2008, resultou na criação dos IFs (BRASIL, 2009; FLACH, 2014).

A promulgação da Lei n.º 11.892, de 29 de dezembro de 2008, fez surgir os Institutos Federais, provocando a transformação e/ou a integração das instituições que formavam a rede federal de educação profissional e tecnológica.

No artigo 7º da referida lei, ficaram estabelecidos os objetivos dos IFs, dentre eles, a função de ministrar cursos de licenciatura, além da oferta de programas especiais de formação pedagógica, com vistas à formação de professores para a educação básica, sobretudo nas áreas de Ciências e Matemática e para a educação profissional, conforme disposto na alínea b, do inciso VI (BRASIL, 2008). Já o art. 8º

---

<sup>4</sup> Em 12 de dezembro de 2007, o Ministério da Educação, por meio da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, emitiu a Chamada Pública MEC/SETEC n.º 02/2007, que tinha a intenção de escolher, num prazo de três meses, uma proposta de constituição dos IFs. O resultado dessa Chamada Pública foi publicado pela Portaria MEC/SETEC n.º 116, de 31 de março de 2008. Nesse contexto, essas instituições passaram a ter várias atribuições, dentre elas, podemos destacar a oferta de cursos de licenciatura e de programas especiais de formação pedagógica, com vistas à formação de professores para a educação básica, sobretudo nas áreas de Ciências e Matemática.

da referida lei estabeleceu, ainda, que os institutos deveriam garantir o mínimo de 20% de vagas para atender a tais objetivos (BRASIL, 2008).

Com o desenvolvimento desse novo modelo educacional, outras questões se apresentaram, por exemplo, a abordagem interdisciplinar entre os conteúdos, o que, nesta pesquisa, será tratada com foco nos componentes curriculares Matemática e Biologia (e/ou Ciências), que, ao longo da história, abarcaram também o desenvolvimento dessas duas áreas de conhecimentos.

Assim, novos saberes e novas questões foram surgindo, sejam eles advindos de problemas biológicos que precisavam de conceitos matemáticos, sejam da aplicação de conteúdos de Matemática em Biologia, o que nos leva a abordar, no tópico seguinte, a concepção histórica e a epistemologia da Matemática e da Biologia e as relações que podem e devem ser estabelecidas na produção de novos conhecimentos e, por conseguinte, nas práticas e metodologias dos docentes da área.

### **2.3 Necessidades formativas do professor de Ciências e Biologia**

Quando se busca, na literatura, assuntos relacionados à formação do professor, em especial, na área de Ciências<sup>5</sup>, autores, como Schnetzler (2002), têm questionado sobre um novo significado na formação desse docente devido às transformações ocorridas na sociedade e aos avanços tecnológicos.

Por esse motivo, exige-se uma resignificação dessa formação, sendo possível perceber a necessidade de aproximação dos conhecimentos de forma interdisciplinar, possibilitando uma conexão direta com o mundo real e a garantia de um processo de ensino e aprendizagem significativo.

Existe também a necessidade de solucionar as fragmentações dos conhecimentos científicos que impossibilitam os discentes de realizar uma análise mais profunda de tais conhecimentos, em virtude de não conseguirem solucionar problemas de ordem mais complexa.

Portanto, é possível afirmar que o docente tem um papel importante nesse processo, pois não há como cogitar uma mudança no ensino de Ciências sem que

---

<sup>5</sup> Quando se trata da área de Ciências, entende-se aí compreendida a Biologia.

ocorra uma ressignificação na formação desse profissional. Assim sendo, entende-se que a formação de professores deve ser baseada em um ponto vista interdisciplinar, visando à superação dessa problemática.

Carvalho e Gil-Pérez (2011) apontam, ainda, para a necessidade formativa do professor de Ciências dando destaque à ruptura que esse profissional deve ter diante das visões simplistas e sobre o que seja efetivamente ensinar Ciências. Nesse mesmo sentido, os autores também sugerem uma análise crítica da formação atual dos professores de Ciências, dando sustentação para esta pesquisa.

Para sanar esse ensino insuficiente, os docentes precisam ser bem capacitados e, com isso, estarem aptos a usar metodologias mais apropriadas e conteúdos adequados à vida real dos alunos, facilitando o processo de ensino e aprendizagem (BARALDI, 1999).

No entanto, a consolidação do ensino de Ciências está vinculada à qualidade dos cursos que formam esse professor, de forma que o docente dessa área precisa de uma formação que lhe dê condição mais ampla de explorar suas capacidades, despertando, assim, em seus alunos, a curiosidade e o interesse pelo conhecimento (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

A legislação vigente que trata da formação do professor, somada às discussões ocorridas no mundo acadêmico, vem apontando para um novo modelo interdisciplinar de formação docente (LDBEN/1996). Esse novo modelo tem por objetivo superar a atual formação disciplinar, que é fechada e fragmentada, passando a dar condições ao docente de uma formação desfragmentada e muito mais crítica, que lhe permitirá relacionar conhecimentos da sua área com outros saberes e conhecimentos de áreas diversas (CAVALCANTI, 2014).

Percebe-se que o docente do futuro deve compreender plenamente o componente curricular com que trabalha. Todavia, para além disso, deve, ainda, procurar conhecer todos os saberes relacionados a ele, ampliando horizontes e sua percepção de como os discentes produzem seus conhecimentos, tornando possível o processo significativo de ensino e aprendizagem e contribuindo para a formação de cidadãos críticos e atuantes (PERRENOUD et al., 2008). É importante registrar que o “docente do futuro”, como denominam os autores, é, na verdade, o docente do presente.



De acordo com os estudos de Fazenda (2008; 2011), tanto no ensino fundamental como no médio, o ensino de Ciências vem se revelando extremamente ruim e insuficiente para formar um jovem alfabetizado cientificamente, assim, diante do modelo de ensino vigente, o docente se configura em um simples transmissor do saber, e o discente assume o papel de receptor passivo, fazendo com que a ampliação dos saberes fique estagnada diante de um processo ultrapassado.

No contexto atual, o ensino de Ciências não tem como idealizar melhorias sem que haja uma profunda mudança nos atuais cursos de formação de professores. Para que a formação do docente seja eficiente e eficaz, é necessário fazer uma articulação entre o saber científico e a vida cotidiana dos discentes, pois, só assim, o professor estimulará o seu aluno, implementando metodologias que inovem as práticas das aulas e promovam a interdisciplinaridade como uma alternativa eficaz (FAZENDA, 2011).

Diante dessa discussão teórica, soma-se o fato de que a formação humana integral deve abranger as diferentes dimensões da vida humana, que leve a desenvolver, nos sujeitos, um olhar reflexivo, buscando alcançar novos saberes a partir de uma perspectiva crítico-transformadora.

Contudo, a implantação do novo modelo de interdisciplinaridade na formação docente e no ensino de Ciências enfrenta muitos entraves. Isso porque o ato de interdisciplinaridade requer do professor uma maior aplicação de tempo, indo contra o modelo tradicional de ensino, forçando-o a sair da zona de conforto (FAZENDA, 2011), o que torna a ruptura com o modelo tradicional de ensino que fez parte da sua formação uma tarefa difícil de ser idealizada e implantada pelo docente.

Diante disso, não adianta apenas o professor estar pronto para mudar sua prática, é essencial a oferta de uma formação que o ajude na quebra desse modelo de ensino tradicional (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Nesse cenário, torna-se necessária uma interação entre teoria e prática na formação interdisciplinar. De acordo com Morin (2011), um dos papéis dos componentes curriculares é propiciar ao educando um avanço do/no conhecimento, sendo, por isso, insubstituíveis. No entanto, para alcançar esse patamar, esses componentes e as conexões entre eles devem sair da invisibilidade, buscando agregar, a partir da interdisciplinaridade, uma visão do conteúdo que possa situar o conjunto e trazer significado dentro do cotidiano do aluno.

Essa é uma tendência apontada por vários autores como essencial para o ensino de Ciências. Nessa perspectiva, entendemos que o encargo das universidades não configura em apenas oferecer aos discentes habilidades e competências para atuar no mercado de trabalho, mas também devem dar condições para que os alunos sejam aptos a exercer sua cidadania, seu senso crítico e sua autonomia, ajudando, assim, na transformação positiva da sociedade (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

### **3 A HISTÓRIA E A EPISTEMOLOGIA DA MATEMÁTICA E DA BIOLOGIA: AS RELAÇÕES EXISTENTES ENTRE OS CAMPOS DO CONHECIMENTO**

Verifica-se que muito se discute sobre os conhecimentos docentes e a importância de sempre ampliar a investigação que possibilite identificar as concepções voltadas para a compreensão de como os saberes são construídos e aplicados pelos professores no exercício profissional (MARICONDA; LACEY, 2006).

Nesse sentido, este capítulo se propõe a apresentar os elementos históricos e o processo epistemológico incidentes na Matemática e na Biologia, bem como identificar as relações existentes entre esses saberes (PINHEIRO, 2003), destacando a relevância da Matemática na formação da Ciência Moderna, em especial, no que concerne às relações epistemológicas correlatas com a Biologia.

#### **3.1 O papel da Matemática na constituição da Ciência Moderna**

A ciência e a tecnologia são atividades que, atualmente, influenciam a vida do ser humano, visto que, por meio delas, procura-se entender os fenômenos, criando artefatos e teorias adequadas capazes de explicar os eventos do cotidiano, cuja união gera, ainda, bens e serviços para o meio coletivo (PIETROCOLA, 2002; PINHEIRO, 2003; MARICONDA; LACEY, 2006).

Mesmo que o mundo continue a se mover a partir do ciclo de existência, independentemente das teorias científicas, o ser humano continua a fazer uso de tais teorias para produzir novos conhecimentos, que o permite realizar análises, inferir previsões e tomar decisões. Bassanezi (1994) alude que a ciência e a tecnologia são produtos da evolução mental-emocional-social da humanidade, sendo, portanto, fenômenos acumulativos.

A ciência e a tecnologia, como conhecimento acumulado, dependem das experiências planejadas, assim como das teorias, sendo que estas precisam evoluir. É esse, pois, o ciclo da Ciência Moderna (PINHEIRO, 2003). Nessa concepção tradicional de Ciência, as teorias criadas dependem da validação, que é expressa por uma determinada linguagem.

Por conseguinte, toda teoria específica, na verdade, seria um modelo matemático, que, por sua vez, capta um pedaço da realidade e, assim, analisa um fato ou uma situação real do ponto de vista científico (BUNGE, 1974; PINHEIRO, 2003).

Segundo Bassanezi (1994), a Matemática passou a funcionar como um agente unificador de um mundo racionalizado e, desse modo, tornou-se uma ferramenta crucial para a formulação de teorias relacionadas aos mais diversos conhecimentos.

Pinheiro (2003), em seu estudo, destaca que as Ciências Naturais, como é o caso da Física, Astrofísica e Química, foram matematizadas ao longo da história em seus elementos teóricos. Aponta, também, que as Ciências Biológicas, amparadas inicialmente nos aportes da Física, nas leis de conservação e nas analogias correspondentes, ficaram mais dependentes da linguagem matemática (PIETROCOLA, 2002; PINHEIRO, 2003; MARICONDA; LACEY, 2006).

Pinheiro (2003) indica, ainda, que a Matemática tem contribuído para o desenvolvimento das ciências de forma geral, bem como para o avanço tecnológico. Davis e Hersh (1998) já apontavam que a aritmética, há muito tempo, tem colaborado com a sociedade, a partir do conhecimento sobre comércio, empréstimos e juros. Desse modo, as apólices de seguro de vida de acidentes, que existem desde o século XV, se dão graças aos cálculos matemáticos.

A autor ainda destaca que, no domínio da astronomia, tem-se o calendário que conhecemos hoje, resultado de cálculos aritméticos voltados à previsão da posição da lua e dos planetas. Do mesmo modo, alude que os esquemas geométricos de Copérnico (1473–1543) e os estudos posteriores de Kepler (1571–1630) e Tycho Brahe (1546–1601) fomentaram uma visão nova sobre o lugar do homem no universo, e, assim, os esquemas explicam, de modo racional, os fenômenos da astronomia, apoiando-se nos conhecimentos matemáticos. Assim, de acordo com Pinheiro (2003), a mecânica celeste completa a mecânica terrestre.

Galileu (1564–1642) também deve ser mencionado. Ele, em seus estudos, propôs uma nova mecânica para os corpos em queda livre. Esse é o início da teoria da elasticidade, dos fundamentos da dinâmica geral, do compasso de setores, do primeiro microscópio, do aperfeiçoamento do telescópio, dentre outras descobertas (PIETROCOLA, 2002; PINHEIRO, 2003; MARICONDA; LACEY, 2006).

Diante dessa perspectiva, a Ciência Moderna deriva de tais contribuições e é baseada na harmonia da experimentação e da teoria, apoiando-se, de forma intensiva,

nos conhecimentos matemáticos. Cabe auferir também que os subsídios desses estudiosos e dos pesquisadores que vieram depois acarretaram o desenvolvimento do cálculo, introduzido por Newton (1642–1727), o que colaborou para a mecânica e a análise dos movimentos planetários.

Davis e Hersh (1998) comentam ainda que foi em razão da geometria da superfície da esfera que os problemas tangentes à geografia, à execução de mapas e à navegação começaram a ser solucionados e, desse modo, puderam ser calculados. Em complemento, Pinheiro (2003) aponta que até mesmo a música se tornou uma linguagem matemática para os pitagóricos, com a descoberta da relação entre a altura do som e o comprimento da corda.

Deve-se mencionar ainda, de acordo com o autor, que os mecanismos que controlam o processo fisiológico, a genética, a morfologia, a dinâmica das populações, a epidemia e a ecologia são providos de aspectos matemáticos (PINHEIRO, 2003).

Até pouco tempo, para que uma teoria fosse considerada como científica, precisava ser expressa a partir de uma linguagem matemática, depreendendo-se que sempre haveria a Matemática para resolver problemas, caso contrário, qualquer teoria seria facilmente criada (MARICONDA; LACEY, 2006).

O mundo necessita, portanto, da Matemática, de forma profunda, desde as mais simples expressões de cálculo até as ondas eletromagnéticas (responsáveis pela informação que chega aos televisores), a informação telefônica via satélite (que liga os pontos distantes do planeta) e a internet.

Mediante esse contexto, é possível perceber a importância do conhecimento matemático na vida humana, visto que contribui para a ciência, a tecnologia e a sociedade como um todo. Tal situação implica a necessidade de se conhecer algumas contribuições da história matemática que atuaram de forma significativa para o despertar da Ciência Moderna e que proporcionaram o avanço científico e tecnológico.

Deve-se, ao mesmo tempo, destacar a importância que o conhecimento matemático teve e tem em relação às questões tangentes à ciência, à tecnologia e à sociedade, bem como o entendimento de o conhecimento matemático ser reflexivo e questionador no tocante à aplicação de artefatos que a Matemática construiu ao longo da história humana.

Nesse contexto, Pinheiro (2003) chama a atenção para o fato de que é primordial dar destaque ao conhecimento matemático reflexivo. Contudo, a

Matemática, nesse processo, não pode ser compreendida como um mero instrumento, como uma simples ferramenta. Recomenda-se, pois, partir da premissa de que esse campo do saber carrega consigo grandes responsabilidades (PIETROCOLA, 2002).

Assim sendo, é fundamental que, em sala de aula, a elaboração das ideias matemáticas parta sempre de problemas tangentes aos domínios da ciência, da tecnologia e da sociedade como um todo. Verificar o que interessa aos alunos é essencial, pois, desse modo, é possível proporcionar um ensino mais significativo e reflexivo, ou seja, o conhecimento matemático não será apenas uma ferramenta operativa, mas, sim, um conhecimento capaz de transformar a realidade desse aluno.

### **3.2 A história e a epistemologia da Biologia**

Inicialmente, é importante destacar que, apesar de a Biologia ter se constituído como um campo científico autônomo e coeso apenas no século XIX, diversos filósofos e naturalistas, ao longo da história, já se dedicavam a observar e a conhecer as diversas formas de vida existentes.

Dentre as áreas do conhecimento das Ciências da Natureza anteriores à Biologia, surgiram, respectivamente, a Física e a Química. É importante dizer que, durante certo período, o estudo dos fenômenos biológicos esteve atrelado, sobretudo, aos princípios da Física (BELLINI, 2007; MEGLHIORATTI et al., 2008; MARICATO, 2012).

Contudo, atualmente (2021), a Biologia, mais especificamente, a Biologia Molecular e a Genética desempenham um papel sumário no âmbito das Ciências da Natureza. Assim, para destacar a sua singularidade, é preciso que ela seja compreendida como uma ciência que possui propriedades que dão forma ao mundo vivo.

Monod (1976) já mencionava que, para se ter um entendimento sobre a Biologia com profundidade, faz-se necessário reconhecer três propriedades mais gerais: a teleonomia, a morfogênese autônoma e a invariância reprodutiva. Elas são essenciais à própria definição dos seres vivos.

Tem-se, em primeiro lugar, a teleonomia. Ela é caracterizada pela necessidade de os seres vivos serem dotados de um projeto que, de forma simultânea, representa

as suas estruturas e se realiza por meio de performances (MARICATO, 2012). Dessa forma, pode-se afirmar que o projeto teleonômico dos seres vivos tem como intuito garantir a sobrevivência/conservação e a reprodução das espécies como finalidade, levando-se em consideração, nesse processo, todos os meios a partir dos quais as espécies fazem uso para atingir essa finalidade.

A segunda propriedade dos seres vivos, denominada morfogênese autônoma, resulta das interações morfogenéticas internas do próprio ser vivo, cuja estrutura deriva de um processo que independe, ou pouco depende, das forças exteriores, sendo que tudo, desde o mínimo detalhe até a forma mais genérica, deriva de tais interações. Essas condições conferem, ainda, um determinismo interno e autônomo aos seres vivos, o que garante a formação e a evolução de suas estruturas complexas (BELLINI, 2007; MEGLHIORATTI et al., 2008; MARICATO, 2012).

A terceira propriedade é auferida de invariância reprodutiva (invariância ou reprodução invariante). Ela está relacionada com a capacidade de se reproduzir e de transmitir, fielmente, as informações concernentes à sua própria estrutura.

Para Monod (1976), há duas concepções que devem ser mencionadas: o vitalismo e o animismo. De acordo com Maricato (2012), o vitalismo aceita um princípio teleonômico que atua apenas na matéria viva (biosfera). Isso pressupõe que haja uma força diretriz que atue apenas na matéria viva, o que aponta para uma distinção entre os seres vivos e o universo inerte.

Nessa perspectiva, para alguns vitalistas (científicos), a invariância e a teleonomia devem ser tidas como propriedades que não transgridem as leis da Física, contudo não podem ser explicadas de modo completo por meio das forças físicas e das interações químicas compreendidas pelos estudos sobre sistemas inanimados. Deve-se admitir, portanto, que os princípios agregados aos conceitos físicos atuam na matéria viva, mas não nos sistemas não vivos, em que os princípios vitais não poderiam ser descobertos.

A ideia de animismo, por sua vez, recorre ao princípio teleonômico universal, que é responsável pela evolução da biosfera e do universo. Nessa concepção, os seres vivos são tidos como os frutos mais perfeitos e elaborados da evolução, o que acabou por culminar no homem e no desenvolvimento da humanidade (BELLINI, 2007; MEGLHIORATTI et al., 2008; MARICATO, 2012).

Todavia, Maricato (2012), em seu estudo, chama a atenção para o fato de que a refutação de alguns princípios basilares da Física, que não eram pertinentes à Biologia, foi decisiva para que a Biologia ganhasse espaço e se constituísse como uma ciência autônoma. Um desses princípios é o determinismo, que, baseado nas leis determinísticas de Newton, parte do pressuposto de que não há variações ou eventos causais. Além disso, existe também um outro princípio que deve ser mencionado: o reducionismo.

Ainda segundo a autora, o reducionismo nada mais é do que a redução das propriedades de uma organização complexa à soma de suas partes. Sobre o papel do acaso nos processos e nos fenômenos biológicos, a autora alude que a Biologia tem interesse nesse assunto, assumindo uma incerteza essencial (JAPIASSU, 1983), a partir da qual, aduz-se que as coincidências decorrem do cruzamento de duas séries de acontecimentos causais que são completamente independentes entre si.

Essas coincidências não são absolutas, pois, na Biologia, há independência total no caso de eventos que geram ou permitem uma falha ou um erro na replicação da mensagem genética e em seus resultados funcionais. Destarte, Monod (1976) frisa que o acaso opera em uma escala microscópica, assim, uma alteração do DNA/mutação, em uma certa espécie, ocorre de forma casual/eventual.

Já uma mutação no nível do indivíduo é uma exceção, porém, no nível da população, torna-se uma regra. Para Monod (1976), o acaso deve ser captado, conservado e reproduzido a partir da invariância, devendo, portanto, ser convertido em ordem, regra e necessidade.

O processo de seleção, que é caracterizado pela taxa diferencial de reprodução no interior da espécie, pode favorecer ou não a uma determinada espécie que sofreu uma mutação, operando em uma escala macroscópica, isto é, no nível do organismo. Dessa forma, o processo de seleção atua sobre os produtos do acaso a partir de um domínio de exigências rigorosas das quais o caso foi banido.

Além disso, a falta de leis naturais universais em Biologia também deve ser apontada. Apesar das regularidades na Biologia, questiona-se se tais leis se associam às leis naturais da Física, uma vez que exercem um papel pequeno na construção de teorias biológicas.

Essa situação, para Maricato (2012), se dá em razão da causalidade e da aleatoriedade, que são características dos sistemas biológicos, como frisa Mayr



(1904–2005). Hull (1975), por sua vez, ao discutir acerca do conceito da existência ou não das teorias e leis biológicas nos conhecimentos teóricos do campo da Biologia, apontou duas questões, que tomam forma a partir das contradições evidenciadas pelos exemplos mais comuns de teorias e leis biológicas, como é o caso da Genética Mendeliana, da Genética Molecular, da Teoria Genética da Evolução, da Teoria Sintética da Evolução, dentre outras.

A primeira questão está relacionada com a ideia de que muitos exemplos de leis tangentes à literatura biológica não são leis de processo, isto é, leis que permitem a inferência dos estados e futuros do sistema. De acordo com Maricato (2012), a tendência de os sistemas biológicos serem abertos dificulta a formulação dessas leis.

Assim sendo, outros tipos de generalizações, como é o caso das leis causais, das leis de desenvolvimento e das leis históricas, podem ocupar o lugar das leis de processo (BELLINI, 2007; MEGLHIORATTI et al., 2008; MARICATO, 2012). A segunda questão, por conseguinte, está relacionada com a complexa diferença entre as leis naturais e as generalizações descritivas.

O critério mais adequado, para Maricato (2012), é a integração real ou subsequente das leis naturais em teorias. Já as generalizações descritivas permanecem como enunciados isolados.

Nesse contexto, dentre as preocupações concernentes às investigações sobre a epistemologia da Biologia, como aponta Caldeira e Araújo (2009), tem-se aquelas que discorrem sobre a compreensão das dificuldades conceituais encontradas por pesquisadores no processo de elaboração de um dado conceito.

Outra preocupação mencionada por Caldeira e Araújo (2009) e Maricato (2012) é a busca pelo estabelecimento da relação dos vários determinantes históricos, sociais, culturais, políticos e econômicos no processo de formulação de tais conceitos, uma vez que podem interferir em uma determinada área das Ciências Biológicas.

Por fim, é pertinente afirmar que, nas mais diversas pesquisas, a epistemologia da Biologia possibilita a compreensão da construção do conhecimento científico relacionado a essa área.

Para tanto, vale-se do entendimento dos fenômenos biológicos a partir da compreensão lógica da constituição de tal saber, isto é, analisa-se como os conhecimentos biológicos estão sendo elaborados, tendo, como base, as pesquisas

biológicas desenvolvidas ao longo da história, atendendo-se ao saber sobre o seu objeto: os seres vivos.

## **4 A NECESSIDADE DE RELIGAÇÃO DOS SABERES E AS POSSIBILIDADES DE ARTICULAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS MATEMÁTICOS E BIOLÓGICOS**

Neste capítulo, busca-se refletir sobre o entrelaçamento necessário entre os currículos, em especial, entre a Matemática e as Ciências Biológicas. Isso porque, na maioria das vezes, o que se percebe nos cursos de formação é que, ao invés de associar e ligar os saberes, há um processo pautado na fragmentação destes, isolando-os.

Diante desse cenário, buscou-se, nos estudos da Teoria da Complexidade, segundo Edgar Morin, realizar um olhar crítico sobre os cursos de formação, objetos desta pesquisa, no sentido de entender aspectos como, complexidade e religação de saberes entre a Matemática e as Ciências Biológicas, e as possibilidades de promover a articulação desses conhecimentos, em que um se torna princípio do outro.

### **4.1 O problema da fragmentação do conhecimento**

Antes de adentrar nas concepções da Teoria da Complexidade, importante se faz compreender de que não se pode mais conceber currículos pautados em estruturas pedagógicas que reduzem e separam os componentes curriculares. Na atualidade, o pensamento que recorta, isola e fragmenta os objetos do conhecimento e a realidade pesquisada, apesar de ainda presentes nas salas de aula, deve ser repensado a partir de uma mudança de postura do docente.

Assim, conforme apontado por SILVA JÚNIOR (2008 apud MORIN, 2003), a contextualização da realidade, quando feita por processos mediativos que promovem o acesso ao conhecimento a partir do entrelaçamento de saberes, mostra-se essencial para desenvolver a mente humana.

Nessa perspectiva, não cabe mais a manutenção de um sistema educacional pautado no pensamento científico dos séculos XIX e XX — pensamento científico moderno —, fundamentado apenas na separação dos elementos que compõem um objeto e na redução ou simplificação dos estudos para compreender referido objeto.

Segundo Morin (2002a), a forma para acabar com uma educação pautada na fragmentação do conhecimento é a partir de uma abordagem que realize a ligação dos saberes entre as áreas, contribuindo efetivamente para o processo de ensino e aprendizagem dos educandos, de modo que a complexidade proposta pelo autor atue partindo da concepção de que o todo necessita das partes, assim como estas necessitam do todo para que novos saberes sejam produzidos.

Esse mesmo pensamento se vê reforçado quando Silva Júnior (2008, p. 52–53) apresenta um recorte dos estudos de Almeida e Carvalho (2002, p. 58–61), destacando as principais argumentações desses autores sobre o pensamento científico moderno:

[...] sobre três pilares de certeza: o primeiro pilar era a ordem, a regularidade, a constância e, sobretudo, o determinismo absoluto [...] o segundo pilar era o da separabilidade [...] o terceiro pilar era o valor de prova absoluta fornecida pela indução e pela dedução [...] esses três pilares encontram-se hoje em 53 estado de desintegração, não porque a desordem substituiu a ordem, mas porque começou-se a admitir que [...] existia na realidade um jogo dialógico entre ordem e desordem simultaneamente complementar e antagônico [...] é preciso religar o que era considerado como separado. Ao mesmo tempo é preciso aprender a fazer com que as certezas interajam com a incerteza. O conhecimento é, com efeito, uma navegação que se efetiva num oceano de incerteza salpicado de arquipélagos de certeza. (SILVA JÚNIOR, 2008, p. 52-53, apud ALMEIDA; CARVALHO, 2002, p. 58-61).

Para Macedo (2008), essa visão positivista de currículo, ancorada no pensamento científico moderno, em que se tem um rol de componentes curriculares com respectivos conteúdos fragmentados, e a prática reiterada das aulas, tendo, como cerne, esse hábito disciplinar tradicional, podem ser renovadas a partir de uma mudança nos processos de construção de conhecimento, promovidos por um ensino e uma aprendizagem pautados em iniciativas que levem a compreender a complexidade envolvida no conteúdo estudado e que este seja vinculado à realidade do educando.

Assim, uma vez que realidade é intrinsecamente complexa e esta exige um pensamento que promova a relação e articulação entre saberes diversos, as práticas educacionais requerem, para além da superação da fragmentação dos componentes curriculares, romper com as imposições das concepções do pensamento científico moderno quanto à relação dicotômica estabelecida entre sujeito e objeto como

elementos distintos em que a constituição de um não atinge nem é atingida pela do outro.

Nesse sentido, o currículo criado na modernidade (séculos XIX e XX), balizado em certezas estáveis, com características lineares e sequenciais, e pela dicotomia estagnada já não se sustenta na atualidade (século XXI). Isso porque, o foco dos postulados pautados em uma distinção, sem união, separando o sujeito e o objeto do conhecimento, levou a uma prática equivocada, reiterada nos últimos séculos, visto que a compreensão de um fenômeno — complexo por si só — só será possível a partir da compreensão das relações estabelecidas no seu meio e não na sua redução e isolamento (MORIN, 1996, 2002a).

Assim, o pensamento complexo contemporâneo tem levado os pesquisadores a questionar o binarismo utilizado para a construção de currículos e conteúdos presos aos conceitos de certo/errado, velho/novo etc. e pelas separações entre sujeito e objeto, mente e corpo, individual e coletivo, promovendo uma nova forma de olhar, de compreender e de atuar para o entendimento dos fenômenos que se apresentam, possibilitando a construção de novos saberes a partir de uma postura que não perpetue a fragmentação até então aplicada.

Levy e Santos (2010), sobre essa discussão, assim apontam:

A ênfase desmedida da distinção sem união, particularmente no que tange à tentativa de separação entre sujeito e objeto do conhecimento, em detrimento à procura de uma visão de união e de totalidade, acarretou nos últimos séculos uma consciência empobrecida acerca da natureza. O diálogo das singularidades que compõem uma totalidade, a exemplo daquele entre sujeito e objeto, é recorrente no ideário moriniano, equivalendo à díade distinção-união. A complexidade da natureza é expressa em termos das múltiplas relações entre os elementos que a constituem, assim como das conexões entre esses elementos e o/um todo, fato que denota uma infinidade de desdobramentos possíveis, justificando-se o acréscimo do fator incerteza ao binômio distinção-união. (LEVY; SANTOS, 2010, p. 132-133).

De acordo com Santos (2004), os exageros da fragmentação e especialização enfatizam a ideia de que, quanto mais rigoroso, mais fragmentado é o objeto de estudo. Sobre a fragmentação das ciências e a consolidação do rigor científico, Morin e Le Moigne (2000) citam, como exemplo, o campo da Biologia. Reiteram que este se concentrava na descoberta da célula, nos seus constituintes moleculares e nos genes.

Todavia, os seres vivos não podem ser identificados somente por meio das suas moléculas constituintes, pois o saber fica fragmentado.

Conforme alude Silva Júnior (2008), a especialização que propiciou o desenvolvimento da ciência é a mesma que abriu portas para a perda da identidade das suas partes.

Com isso, verifica-se que a fragmentação aplicada do século XIX levou ao surgimento de novas interpretações (epistemologias) acerca do fazer científico ao longo do século XX, que, por sua vez, indicavam a necessidade de uma religação dos saberes para a compreensão de uma realidade cada vez mais complexa. Dentre essas epistemologias, destacamos o pensamento complexo, ou Teoria da Complexidade, proposta por Morin.

#### **4.2 A Teoria da Complexidade e a necessidade de religação dos saberes**

A Teoria da Complexidade, desenvolvida por Morin (2002a, 2002b, 2002c), sustenta a premissa desta pesquisa de que é preciso romper com o pensamento e a prática da educação de forma fragmentada. Isso porque, de acordo com o autor, a complexidade parte do princípio de que é crucial prestar contas acerca dos cortes feitos entre os componentes curriculares e, ainda, entre as categorias cognitivas e os tipos de conhecimento. Dessa forma, o paradigma da complexidade tem como intuito questionar e perturbar todo o paradigma “clássico” e, para tanto, enfatiza a ideia da complexificação das relações, propondo a (re)ligação dos saberes.

Assim, o autor reitera que os princípios clássicos da explicação, marcados, sobretudo, pela redução, separação e simplificação, unificam aquilo que é múltiplo, quantificam o que deve ser qualificado e simplificam o complexo (MORIN, 2002a). Morin (2002a, 2003) afirma, ainda, que o pensamento complexo, de uma só vez, separa e associa, reduz e complexifica, fazendo com que a relação de convívio seja marcada pela inseparabilidade dos antagonismos e daquilo que é oposto/contrário.

Todavia, de acordo com Ponchirolli e Ponchirolli (2012, p. 96), para uma apropriação adequada da teoria da complexidade, é necessária a superação de “dois mal-entendidos”, a saber:

O primeiro é o de concebê-la como receita, como resposta, ao invés de considerá-la como desafio e como motivação para pensar; o segundo é confundir a complexidade com completude: não é, diz ele; é antes o problema da incompletude do conhecimento humano. (PONCHIROLLI; PONCHIROLLI, 2012, p. 96).

Nessa linha de raciocínio, Alves e Seminotti (2006) comentam que não é possível compreender um sistema complexo a partir de uma ótica reducionista, isto é, não é possível compreender o todo de forma separada, simplificada e reduzida, bem como não se pode negar uma parte em virtude de um todo homogêneo. Destarte, seguindo por essa lógica, os autores também ressaltam que a sociedade se constitui a partir da interação humana, que dá forma à cultura e à linguagem. Assim, cada sujeito possui, dentro de si, características do contexto social ao qual pertencem.

Assim, pensar a partir da teoria da complexidade implica movimentar, conjugar e articular os diversos conhecimentos que se encontram fragmentados nos variados campos do saber, sem excluir a essência e a particularidade de cada fenômeno, mas, no entanto, religando natureza e cultura, sujeito e objeto, objetividade e subjetividade, Matemática e Ciência, de forma que o pensamento complexo se estabelece como requisito para o exercício da interdisciplinaridade (MORIN, 2002b).

Conforme Silva Júnior (2008) e Silva Júnior e Gazire (2011), uma das formas de se compreender o meio em que se vive ocorre pela mediação feita a partir da integração entre saberes distintos. Morin (2003) entende que contextualizar e integrar não é algo inerente à mente humana, portanto, essas atividades devem ser desenvolvidas.

Assim, a Teoria da Complexidade, proposta por Morin (2002a), pauta-se, de acordo com Ponchirolli e Ponchirolli (2012, p. 107), em concepções organizacionais, pois:

- a) considera que o conhecimento não se reduz a incerteza (a informação);
- b) compreende incertezas, indeterminações e fenômenos aleatórios como o progresso do conhecimento (sistema aberto);
- c) a concepção do conhecimento está associado aos pressupostas da organização, da auto-organização e da desordem;
- d) compreende o mundo como horizonte de realidades mais vastas;
- e) reconhece a sociedade, o conhecimento, o ser humano como sistema aberto;
- f) o sujeito e o mundo interagem e se desenvolvem. Reconhecem-

se com um sistema aberto de informações e revitalização.

Com base no que expõe o pensamento complexo, entendemos que a análise crítica e reflexiva dos fenômenos e processos existentes no mundo, a partir de sua totalidade, perpassa pela necessidade de os indivíduos estarem aptos a relacionar os conhecimentos oriundos das diferentes ciências (CURVELLO; SCROFERNEKER, 2008). Há também que se respeitar e valorizar as contribuições dadas pelos diferentes ramos do conhecimento, não devendo haver, portanto, uma relação hierárquica entre eles.

#### **4.3 As possibilidades de articulação entre os conteúdos matemáticos e biológicos e suas contribuições para o ensino e a formação de professores de Biologia**

Conforme já tratamos anteriormente, a Matemática teve um papel de grande relevância na formulação e na demonstração de diversas teorias científicas. Essa contribuição do conteúdo matemático para o desenvolvimento das ciências é ainda mais evidente naquelas que emergem no seio das Ciências Naturais. Assim, a Biologia, a Física e a Química, sobretudo a partir da metade do século XIX, aperfeiçoaram os seus conceitos a partir de aplicações matemáticas, principalmente no que tange à organização, à expressão e à análise de fenômenos.

Com a evolução do conhecimento biológico, ou seja, com as novas descobertas e o surgimento de questões de natureza epistemológica, Sampaio e Silva (2012) e Viliczinski (2017) afirmam a necessidade de se elaborar modelos matemáticos capazes de assumir hipóteses relacionadas ao fenômeno estudado.

São inúmeros os modelos capazes de tornar significativa a relação entre a Matemática e a Biologia, como é o caso do modelo de Malthus e Verhulst, voltado ao crescimento populacional (TAVONI, 2013). Esses modelos contribuem para as Ciências Biológicas, pois auxiliam no entendimento dos fenômenos que perpassam os dois domínios do conhecimento e, ainda, colaboram com a criação de novos conceitos e novas teorias matemáticas. São diversos os processos biológicos que dão vida a novos métodos, teorias e técnicas matemáticas.



Pode-se citar os algoritmos genéticos, que se inspiram nos processos biológicos de seleção, mutação e recombinação, e os máximos e mínimos de funções de variáveis, como as redes neurais, que imitam o funcionamento das redes de neurônios (BELLINI, 2007; PEREIRA et al., 2011; SAMPAIO; SILVA, 2012).

A união entre as Ciências Biológicas e a Matemática tem contribuído para o desenvolvimento de sistemas dinâmicos, em tempo discreto e contínuo, e para os domínios da probabilidade, da estatística, dos processos estocásticos, das equações diferenciais, ordinárias e derivadas parciais, da álgebra linear e da teoria dos grupos. Esses são alguns dos conteúdos oriundos da Matemática que têm contribuído para a resolução de problemas biológicos.

Um dos principais entraves tangentes ao uso da Matemática pelos biólogos é a falta de compreensão dos conteúdos das duas áreas por parte dos dois cientistas envolvidos — Malthus e Verhulst —, pois, com frequência, biólogos desconhecem os assuntos matemáticos e vice-versa. Isso faz com que a colaboração entre os dois campos seja difícil (BELLINI, 2007; PEREIRA et al., 2011; SAMPAIO; SILVA, 2012).

Profissionais capazes de interagir com as duas áreas são cada vez mais raros, uma vez que existe a falta da capacitação, sendo, ainda hoje, bastante tímida a oferta de componentes curriculares voltados ao intercâmbio entre os dois saberes nos cursos de formação. Entretanto, há que se frisar que um número cada vez mais significativo de fenômenos do mundo biológico encontra as suas respostas no universo matemático. Desse modo, a Matemática, hoje, tem sido reinventada e combinada com a Biologia e com outros componentes curriculares.

A inter-relação entre os conteúdos da Biologia e a Matemática pode contribuir para uma melhor compreensão e representação de processos e fenômenos biológicos, trazendo essa interação para o ensino de Ciências, cuja abordagem interdisciplinar dos saberes, oriundos dessas ciências, tende a conferir um processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos científicos mais atraente e próximo do cotidiano dos estudantes.

Diante disso, a falta de interação entre esses campos repercute, sobretudo, na educação básica, pois os assuntos tangentes à Biologia que envolvem os conceitos matemáticos ainda são abordados de forma tímida, devido à falta de preparação do docente para explicar essa ligação, a origem do fenômeno, o porquê e a importância

de se apoiar na Matemática para compreender o fenômeno biológico em questão (SAMPAIO; SILVA, 2012).

Segundo Morin (2003), é fundamental distinguir tais conhecimentos, mas eles não podem ser separados. A ciência é transdisciplinar e, assim, os seus conceitos podem migrar entre as áreas. A aprendizagem torna-se significativa quando a interdisciplinaridade é valorizada, sendo primordial a contextualização. Ao possibilitar a interação de objetos cognitivos diversos, faz-se uma assimilação de tais objetos com a complexidade da natureza, evitando, assim, um pensamento alienado e restrito.

Sampaio e Silva (2012) apontam que os processos matemáticos, frequentemente, repercutem na investigação das Ciências Biológicas. Desse modo, é certo que a Matemática é indispensável para a evolução da Biologia em suas mais diversas áreas, como é o caso da Medicina, Bioquímica, Pecuária, Farmácia, Química Orgânica, Ecologia, Zoologia, dentre outras áreas, contribuindo tanto com a análise e tratamento de resultados de experiências biológicas quanto com o desenvolvimento de modelos matemáticos.

Silva Júnior (2008), ao tratar das possibilidades de contribuição mútua dos conteúdos oriundos dessas duas ciências, com o intuito de desenvolver práticas de ensino articuladoras, apontou para as seguintes possibilidades de aproximação, em que, sobretudo, a Matemática contribui para o ensino de Biologia: 1) a presença da Matemática na descrição dos fenômenos biológicos e 2) a utilização de conteúdo matemático na resolução de problemas oriundos da Biologia.

Nesse sentido, Silva Júnior (2008) apresenta, em sua pesquisa, como um dos exemplos de tema da Biologia que depende da Matemática para sua descrição, o “potencial biótico”, de forma que a capacidade de crescimento de uma população, em condições favoráveis, é feita a partir de gráficos cartesianos.

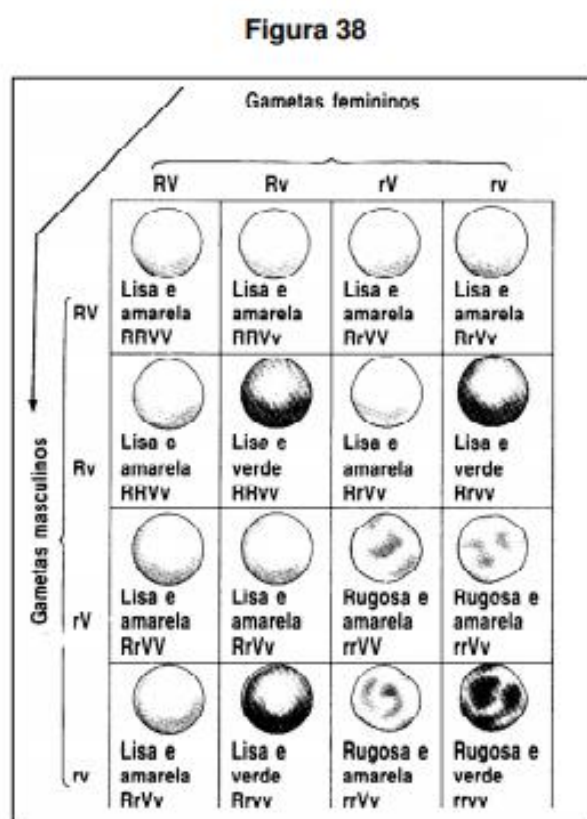
Assim, de acordo com Silva Júnior (2008, p. 89, apud LOPES, 2001, p. 45): “Quando o crescimento da população de uma espécie alcança determinado patamar, ela passa a sofrer pressões do meio que limitam o potencial biótico.”, de forma que a relação entre o potencial biótico, a resistência aplicada pelo meio e o crescimento real de determinada população resultará em uma projeção quanto ao número máximo de indivíduos que o meio poderá suportar.

Ainda acordo com Silva Júnior (2008, p. 89), “A opção da Biologia por representar o desenvolvimento de determinados fenômenos utilizando essa forma de

comunicação constitui um recurso didático”. O autor também indica, em sua pesquisa, a Matemática para a resolução de problemas na Biologia.

Nesse sentido, um dos exemplos apresentado pelo autor refere-se à resolução de problemas da Genética a partir de cálculos de proporção, porcentagem e estatística. Outro exemplo apresentado refere-se à aplicação das fórmulas matemáticas de probabilidade no cálculo para obter uma “semente verde e lisa”, a partir da imagem abaixo:

Figura 1 – Exemplo de Silva Júnior (2008)



**Fig. 38:** O resultado da fecundação de indivíduos da geração F1 corresponde a 16 descendentes diferentes, apesar de existirem apenas quatro fenótipos (LOPES, 2001).

Fonte: Silva Júnior (2008, p. 120).

Assim, de acordo com Silva Júnior (2008), a partir do uso da Matemática (cálculo de probabilidade):

A probabilidade de obter um elemento de semente lisa no espaço amostral da figura 38 é 12/16 ou 3/4. A probabilidade de obter um elemento de semente verde no espaço amostral da figura 38 é 4/16 ou 1/4. Assim, a probabilidade de obter semente lisa e verde a partir do

espaço amostral da figura 38 é  $3 \times 1/4 \times 4$  ou  $3/16$  ou 0,1875 ou 18,75%. (SILVA JÚNIOR, 2008, p. 126).

Os apontamentos de Silva Júnior (2008) permitem comprovar a presença da Matemática para a descrição de fenômenos biológicos e apresentam elementos que evidenciam a efetiva utilização de conhecimentos matemáticos na resolução de problemas oriundos da Biologia.

Outro estudo importante que serviu de sustentação para nossa pesquisa refere-se ao trabalho já mencionado de Mattiazzo-Cardia (2003), que, em sua investigação, buscou conhecer quais conteúdos de Matemática seriam mais adequados para o entendimento dos fenômenos e processos científicos e biológicos a serem estudados no decorrer de um curso superior de Ciências Biológicas.

Para chegar a essa relação de conteúdos matemáticos, a autora investigou PPCs de cursos de Ciências Biológicas e livros utilizados ao longo do curso, além de realizar entrevistas com alunos e professores desses cursos. Como resultado, a autora chegou a uma relação de conhecimentos matemáticos que seriam indispensáveis e/ou necessários ao estudo de cada componente curricular, considerando seus conteúdos e processos científicos e biológicos estudados.

É importante dizer que os resultados obtidos por Mattiazzo-Cardia (2003) serviram de fundamento para a estruturação do quadro de análise desta dissertação, que, por consequência, guiou a análise de dados desta pesquisa. Assim, a seguir, destacamos as relações apresentadas pela autora, que coincidem com as relações possíveis de se estabelecer entre os componentes curriculares inseridos nos cursos de licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT analisados e a Matemática. São elas:

**a) Genética e Matemática:** de acordo com a autora, “a Genética é o ramo da Biologia que estuda as leis que determinam a hereditariedade e as propriedades dos genes que, localizados nos cromossomos, determinam as características dos indivíduos” (2003, p. 77), evidenciando a necessidade de conteúdos matemáticos indispensáveis e/ou necessários, tais como: *probabilidade; análise combinatória; razões e proporções, potenciação e gráfico de funções e de relações.*

**b) Histologia e Matemática:** a autora entende que a histologia é “parte da Biologia que estuda as células e os tecidos que compõem os órgãos dos animais” (2003, p. 92), apontando como conteúdos matemáticos indispensáveis e/ou necessários: *porcentagem e medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade*.

**c) Evolução e Matemática:** para a autora, o componente curricular Evolução deve tratar dos “processos pelos quais novos seres vivos surgem a partir de outros que os antecederam, através de transformações naturais” (2003, p. 92). Como conteúdos indispensáveis e/ou necessários, ela apresenta: *tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas; estatística; gráficos de funções e de relações; cálculos numéricos envolvendo operações com números reais, cálculos algébricos, medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade; equações e funções do segundo grau; forma científica de representar números; probabilidades; razões e proporções e porcentagens e derivadas de funções de uma variável*.

**d) Embriologia e Matemática:** o componente curricular Embriologia aborda a formação e o desenvolvimento dos embriões. Para Mattiazzo-Cardia (2003), não foram identificados conteúdos matemáticos indispensáveis, apenas a *porcentagem* como necessário.

**e) Parasitologia e Matemática:** no componente Parasitologia, são estudados os organismos que “se desenvolvem alojados, interna ou externamente, em outros, dos quais retira os nutrientes de que necessita” (2003, p. 97). Dentre os conteúdos matemáticos considerados indispensáveis e/ou necessários, a autora cita: *medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade; porcentagem e tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas*.

**f) Microbiologia e Matemática:** a Microbiologia é responsável por estudar os seres microscópicos. De acordo com a autora, não foram encontrados conteúdos considerados indispensáveis para esse conteúdo, no entanto, são necessários: *medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade; porcentagem e gráficos de funções e de relações*.

**g) Zoologia e Matemática:** o componente curricular Zoologia estuda os animais e, de acordo com a autora, deve contar com os seguintes conteúdos matemáticos indispensáveis e/ou necessários: *medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade; tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas; porcentagem e geometria no espaço: retas e planos.*

**h) Patologia e Matemática:** de acordo com a autora, a Patologia dedica-se ao estudo das alterações estruturais e funcionais nas células, tecidos e órgãos que dão origem às doenças (2003, p. 104, apud COTRAN; KUMAR; COLLINS, 2000, p. 1). Dentre os conteúdos tidos como indispensáveis e/ou necessários, são apontados: *porcentagem e gráficos de funções e de relações.*

**i) Anatomia e Matemática:** a Anatomia estuda a forma e a estrutura dos seres vivos. Em sua pesquisa, a autora não identificou conteúdos matemáticos indispensáveis e, quanto aos necessários, foram elencados: *medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade e porcentagem.*

**j) Fisiologia e Matemática:** de acordo com a autora (2003, p. 84), “na Fisiologia são estudados os mecanismos funcionais dos organismos [...]”. Assim, a autora aponta como conteúdos matemáticos indispensáveis e/ou necessários: *gráficos de funções e de relações; cálculos numéricos envolvendo operações com números reais; sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade; logaritmos; forma científica de representar números; tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas; razões e proporções e porcentagem.*

**k) Botânica e Matemática:** a Botânica refere-se ao estudo das plantas. No estudo de Mattiazzo-Cardia (2003), não foram identificados conteúdos matemáticos considerados indispensáveis, já no que se refere aos necessários, ela destaca: *medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade; tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas; porcentagem e gráficos de funções e de relações.*

**l) Ecologia e Matemática:** de acordo com Mattiazzo-Cardia (2003, p. 74), “a Ecologia trata das interações dos seres vivos com os ambientes em que vivem”. Dentre os conteúdos matemáticos indispensáveis e/ou necessários, ela destaca: *tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas; gráficos de função e de relação; cálculos numéricos envolvendo operações com números reais; cálculos algébricos; medidas de comprimento, de área, de volume, de massa, de capacidade; equações e funções exponenciais; logaritmos e funções logarítmicas; forma científica de representar números; razões e proporções; porcentagem e derivadas de funções de uma variável.*

**m) Saúde Pública e Matemática:** para a autora, no componente curricular Saúde Pública, são abordadas temáticas voltadas para “Educação para Saúde e Epidemiologia” (2003, p. 102). Para tanto, ela identificou, dentre os conteúdos matemáticos indispensáveis e/ou necessários: *tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas; porcentagem; cálculos numéricos envolvendo operações com números reais; estatísticas; razões e proporções.*

É importante destacar que buscamos apresentar as concepções resultantes do estudo de Mattiazzo-Cardia (2003) sobre as relações encontradas pela autora entre os conteúdos matemáticos considerados indispensáveis e/ou necessários para o desenvolvimento dos diversos componentes curriculares de Biologia, em especial, aqueles que irão subsidiar a nossa análise em relação aos componentes coincidentes nos cursos de Ciências da Natureza com habilitação em Biologia do IFMT, objetos de estudo desta pesquisa, e estabelecer as aproximações e os distanciamentos entre os conteúdos apontados pela autora e aqueles encontrados nos currículos analisados.

Tal abordagem permitirá, ainda, evidenciar o que foi apontado no início deste capítulo de que a Ciência Moderna — pensamento científico moderno —, por meio do modelo cartesiano e do positivismo aplicado, fez com que os currículos fossem construídos, conduzindo a uma fragmentação do conhecimento e a uma disseminação de especialidades variadas na área técnico-científica, levando a distorções sobre realidade e prática docente, visto que, para alcançar a visão do todo, necessário se faz (re)pensar e refletir sobre a complexidade que compõem esse todo.

Nesse sentido, busca-se identificar a presença da Matemática na descrição dos fenômenos biológicos e, por conseguinte, a utilização de conteúdos matemáticos na resolução de problemas oriundos da Biologia (SILVA JÚNIOR, 2008), a partir do reconhecimento quanto aos saberes matemáticos que devem ser considerados indispensáveis e/ou necessários para o desenvolvimento do curso de Ciências Biológicas (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) e de práticas pautadas nas concepções do pensamento contemporâneo da Teoria da Complexidade (MORIN, 2002, 2003).



## 5 PERCURSO METODOLÓGICO

A presente dissertação, com base no problema de pesquisa e nos objetivos anteriormente descritos, caracteriza-se como uma investigação de abordagem qualitativa, de cunho exploratório e descritivo. O enquadramento metodológico aqui apresentado se apoia nas concepções de Creswell (2010, p. 26), o qual diz que uma pesquisa qualitativa “é o meio para explorar e para entender os significados que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano”

No mesmo sentido, Sampieri, Collado e Lucio (2013) norteiam que a pesquisa qualitativa dá profundidade aos dados, além da dispersão, riqueza interpretativa, contextualização do ambiente, detalhes e experiências únicas. Também oferece um ponto de vista “recente, natural e holístico dos fenômenos, assim como flexibilidade” (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013, p. 16).

Assim, diante da necessidade de promover uma interação quanto à complexa teia de relações estabelecidas entre os conteúdos de Biologia e Matemática, foi necessário adotar um método de pesquisa que fizesse, de acordo com Flick (2004, p. 21):

[...] justiça à complexidade do objeto em estudo. Aqui, o objeto em estudo é o fator determinante para a escolha de um método e não ao contrário. Os objetos não são reduzidos a variáveis únicas, mas são estudados em sua complexidade e totalidade em seu contexto.

A partir do momento que se fixou a abordagem metodológica qualitativa para a pesquisa, passou-se a delimitar as fontes e os procedimentos de investigação, objetivando a produção dos dados por meio de um estudo denominado estado do conhecimento.

Conforme leciona André (2009, p. 43) esse os estudos têm por finalidade promover uma “síntese integrativa da produção acadêmica em uma determinada área do conhecimento, e em um período estabelecido [...]”. Ainda segundo a autora, tais estudos têm se tornado comuns nos últimos anos porque demonstram os tipos de metodologias e temáticas utilizadas por pesquisadores, que são informações muito importantes para orientar e aperfeiçoar a pesquisa.

Ademais, para essa investigação, optou-se por realizar a pesquisa documental. Esse tipo de pesquisa se constitui como uma fonte rica, sobretudo, para a produção

de dados qualitativos. De acordo com Sampieri, Collado e Lucio (2013), na realização de uma pesquisa documental, podem ser utilizadas as mais variadas fontes, podendo-se citar: documentos institucionais, cartas, reportagem, jornal, diários etc.

A partir da pesquisa documental, o pesquisador tem possibilidade de conhecer o ambiente de estudo, o contexto, as experiências e as produções do grupo que ali se relacionam (VILELA, 2018). Conforme explicita Gil (2012, p. 51), “a pesquisa documental assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A única diferença entre as duas está na natureza das fontes.” Nessa perspectiva, Fonseca (2002, p. 32) leciona que:

[...] pesquisa bibliográfica utiliza fontes constituídas por material já elaborado, constituído basicamente por livros e artigos científicos localizados em bibliotecas. A pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresas, vídeos de programas de televisão etc.

Para a produção de dados analisados nesta pesquisa, foram selecionados documentos e normativas que tratam da formação de professores no Brasil, em especial, aqueles que versam sobre a formação de professores de Ciências e Biologia. Também foram selecionados e investigados os PPCs de dois cursos de licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia ofertados pelo IFMT. Os documentos selecionados e estudados estão elencados no quadro 1.

Quadro 1 – Documentos que compuseram a pesquisa

<b>Etapas de estudo e da análise dos documentos</b>	<b>Documentos</b>	<b>Finalidade do estudo e/ou análise</b>
Etapa 1 – Identificar os marcos legais que tratam da formação de professores de Ciências e Biologia	Normativas, documentos, diretrizes e referências curriculares, visando estabelecer um quadro geral sobre a temática investigada nesta pesquisa.	Conhecimento da situação legal dos cursos (não integram o corpus de tratamento e da análise dos dados da pesquisa).
Etapa 2 – Caracterização e análise dos documentos referentes aos cursos investigados	Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs).	Produção de dados com o intuito de buscar respostas para o problema de pesquisa.

Fonte: adaptado de Vilela (2018).

## 5.1 Apresentando os lócus da pesquisa

Os Institutos Federais (IFs) são instituições de educação superior, básica e profissional, pluricurriculares e multicampi, criados pela Lei n.º 11.892/2008 e especializados na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino.

Por meio da mesma lei, criou-se o Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), originário dos antigos CEFETs de Cuiabá (MT) e da Escola Agrotécnica Federal de Cáceres (MT).

Atualmente, o IFMT possui 14 campi em funcionamento, sendo eles: Alta Floresta, Barra do Garças, Cáceres, Campo Novo do Parecis, Confresa, Cuiabá – Octayde Jorge da Silva, Cuiabá – Bela Vista, Juína, Pontes e Lacerda, Primavera do Leste, São Vicente, Sorriso, Rondonópolis e Várzea Grande. O IFMT também possui unidades descentralizadas em outros oito municípios do estado de Mato Grosso, organizados na forma de campi avançados (Tangará da Serra, Diamantino, Lucas do Rio Verde, Sinop e Guarantã Norte) e Centros de Referência (Campo Verde, Jaciara e Sapezal).

Dentre esses campi citados, destacamos os que oferecem formação em Ciências e Biologia: Confresa, Diamantino e Juína (Licenciatura em Ciências Biológicas), Rondonópolis (Ciências da Natureza), São Vicente e Guarantã do Norte (Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia).

No que se refere à formação de professores para o componente curricular Ciências (ensino fundamental) e para o componente Biologia (ensino médio), o IFMT oferta o curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia. O referido curso tem por objetivo formar professores de Ciências e Biologia, capazes de articular o conhecimento de forma interdisciplinar, contemplando uma formação abrangente e consistente sobre as abordagens científicas e o conhecimento pedagógico. Além disso, o professor formado nesse curso deverá ser capaz de compreender as novas demandas sociais apresentadas para o ensino de Ciências Naturais e Biológicas (IFMT, 2019a).

Dentre as unidades acadêmicas que ofertam o referido curso, destacamos o Centro de Referência de Jaciara — unidade descentralizada, vinculada ao campus São Vicente — e o campus avançado de Guarantã do Norte. De modo a atender aos

objetivos desta pesquisa, os cursos ofertados por essas duas unidades foram os selecionados para serem investigados.

Referida escolha recaiu sobre as instituições destacadas em virtude da proximidade desse pesquisador com esses campus, bem como diante da possibilidade de maior acesso às informações curriculares que permitiram fornecer dados suficientes para realizar a investigação proposta.

A escolha dessas unidades acadêmicas e de seus respectivos cursos, como objeto deste estudo, se deu por apresentarem a mesma característica e nomenclatura, por terem como objetivo a formação de professores para os componentes curriculares Ciências e Biologia, além do fato de este pesquisador ser professor de uma das unidades acadêmicas, nos componentes curriculares Introdução ao cálculo e Matemática aplicada a Ciências. A relação dos cursos investigados está elencada no quadro 2.

Quadro 2 – Relação de cursos investigados

<b>Instituição</b>	<b>Unidade acadêmica ofertante</b>	<b>Nomenclatura do cursos/cadastro e-MEC</b>	<b>Sigla utilizada para se referir ao curso</b>
IFMT Instituto Federal de Mato Grosso	Campus São Vicente/Centro de Referência de Jaciara	Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia	LCN/BIO/SVC
IFMT Instituto Federal de Mato Grosso	Campus Avançado de Guarantã do Norte	Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia	LCN/BIO/GTA

Fonte: elaborado pelo autor (2020).

## 5.2 Análise e interpretação dos dados

A análise e interpretação dos dados ocorreram a partir dos dados produzidos por meio da pesquisa documental. A organização da análise dos dados aconteceu em duas etapas: 1ª etapa, na qual foi realizado o estudo dos documentos e PPCs, com o intuito de conhecer e caracterizar a proposta de formação e as peculiaridades dos cursos investigados, e 2ª etapa, quando foram investigados o currículo e as ementas dos componentes curriculares, com o objetivo de conhecer qual é o lugar e a contribuição do conteúdo matemático na formação ofertada pelos cursos investigados.

Na 1ª etapa da análise dos dados, os documentos foram analisados com o intuito de conhecer e caracterizar os cursos investigados, com base nos seguintes aspectos: a) motivações para oferta e histórico de criação do curso; b) objetivos de formação; c) perfil do egresso e d) estrutura curricular.

Na 2ª etapa, foram analisados o currículo dos cursos, os componentes curriculares ofertados e suas respectivas ementas e bibliografias. Para a análise desses elementos do documento investigado (PPCs dos cursos), foi construído um quadro de análise, com base nos resultados da pesquisa desenvolvida por Mattiazzo-Cardia (2003), em seu trabalho intitulado “*O ensino de matemática nos cursos de Ciências Biológicas: uma proposta de conteúdos adequados*”.

A pesquisa realizada pela autora, que, por sua vez, resultou na sua dissertação de mestrado, teve como objetivo “elencar os conteúdos adequados para serem desenvolvidos em aulas de matemática para estudantes de cursos de Ciências Biológicas, com propósito de facilitar a compreensão dos processos e fenômenos biológicos” (MATTIAZZO-CARDIA, 2003, p. 12).

A investigação realizada pela autora pautou-se em uma análise documental direta e indireta. A primeira — direta — se deu a partir de questionários aplicados a 171 pessoas (professores, alunos e biólogos), visando levantar quais são os conteúdos de Matemática mais adequados aos cursos de Ciências Biológicas, e aos 256 alunos ingressantes nos cursos de Ciências Biológicas, buscando aferir o conhecimento destes quanto à Matemática estudada antes do ingresso em curso superior. Já a indireta refere-se ao momento em que realizou a análise de livros de Biologia, Física, Química e Geologia e de projetos de ensino de cinco instituições que ofertam cursos de Ciências Biológicas.

Ao final da sua pesquisa, a autora estabeleceu um rol de conteúdos matemáticos os quais classifica em indispensáveis<sup>6</sup> e/ou necessários<sup>7</sup>. Esses saberes, por sua vez, são indicados pela pesquisa como relevantes para a compreensão dos fenômenos científicos e biológicos estudados nos diversos componentes curriculares ofertados nos cursos de Licenciatura em Ciências da

---

<sup>6</sup> Conteúdos que foram constatados com muita frequência em todas as fontes de dados da pesquisa (documentos e relato dos sujeitos), sendo assim, considerados indispensáveis para a compreensão dos fenômenos científicos e biológicos ensinados nos cursos.

<sup>7</sup> Conteúdos que, embora não tenha a mesma recorrência dos conteúdos considerados indispensáveis, foram apontados pela pesquisa como necessários para a compreensão de conteúdos ou fenômenos biológicos.

Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT (por exemplo, da Botânica, ao questionar sobre quais conhecimentos matemáticos são indispensáveis e/ou necessários para a compreensão dos fenômenos biológicos estudados nesse campo disciplinar).

Com base no referencial construído para esta investigação, foi elaborado um quadro teórico (quadro 3), que dará sustentação para a análise dos currículos, dos componentes curriculares e das ementas dos cursos pesquisados. Para esse quadro de análise, os grupos de componentes curriculares presentes nos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT, segundo o estudo de Mattiazzo-Cardia (2003), foram organizados e agrupados a partir das categorias de “conteúdos curriculares básicos”, conforme disposto nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Ciências Biológicas (BRASIL, 2002).

Quadro 3 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e/ou necessários para a compreensão de fenômenos científicos e biológicos

Conteúdos curriculares básicos (DCNs de Ciências Biológicas)	Grupos de componentes curriculares, conforme estudo de Mattiazzo-Cardia (2003)	Saberes matemáticos indispensáveis (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)	Saberes matemáticos necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)
<b>Biologia celular, molecular e evolução</b>	Embriologia	--	Porcentagem
	Histologia	Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade	Porcentagem
	Evolução	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Estatística Gráficos de funções e de relações	Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Cálculos algébricos Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Equações e funções do segundo grau Forma científica de representar números Probabilidades Razões e proporções Porcentagem Derivadas de funções de uma variável

<b>Biologia celular, molecular e evolução</b>	Imunologia	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Gráficos de funções e de relações Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Gráficos de funções e de relações	Forma científica de representar números Porcentagem
	Genética	Probabilidade e estatística Análise combinatória: princípio fundamental da contagem, arranjos, combinações e permutações	Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume de massa e de capacidade Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Estatística Razões e proporções Porcentagem Gráficos de funções e de relações
<b>Diversidade biológica</b>	Parasitologia	Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Porcentagem	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas
	Fisiologia	Gráficos de funções e de relações	Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Logaritmos Forma científica de representar números



<b>Diversidade biológica</b>			Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Razões e proporções Porcentagem
	Microbiologia	--	Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade
	Anatomia	--	Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Porcentagem
	Saúde Pública	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Porcentagem	Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Estatística Razões e proporções
	Patologia	Porcentagem	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas
	Botânica	--	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Sistema de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Gráficos, funções e relações
<b>Diversidade biológica</b>	Zoologia	Sistema de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Porcentagem Gráficos de funções de relações
<b>Ecologia</b>	Ecologia	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Gráficos de funções de relações	Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios

			<p>e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração</p> <p>Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume de massa e de capacidade</p> <p>Equações exponenciais</p> <p>Funções exponenciais</p> <p>Funções logarítmicas</p> <p>Logaritmos</p> <p>Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento</p> <p>Razões e proporções</p> <p>Porcentagem</p> <p>Derivadas de funções de uma variável</p>
<b>Fundamentos de Ciências Exatas e da Terra</b>	Física	<p>Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais</p> <p>Cálculos algébricos</p> <p>Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade</p> <p>Funções trigonométricas</p> <p>Forma científica de representar números</p> <p>Gráficos de funções e de relações</p>	<p>Funções do primeiro grau</p> <p>Funções do segundo grau</p> <p>Funções exponenciais</p> <p>Geometria plana: ângulos, polígonos, circunferências e círculos</p> <p>Logaritmos</p> <p>Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas</p> <p>Razões e proporções</p> <p>Porcentagem</p> <p>Derivadas de funções de uma variável</p> <p>Integrais de funções de uma variável</p>
	Geologia	<p>Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas</p>	<p>Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais</p> <p>Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade</p> <p>Porcentagem</p> <p>Gráficos de funções e de relações</p>
	Química	<p>Forma científica de representar números</p> <p>Gráficos de funções e de relações</p>	<p>Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais</p> <p>Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade</p> <p>Geometria espacial: poliedros e esferas</p>

			Logaritmos Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Razões e proporções Porcentagem
--	--	--	---

Fonte: adaptado de Mattiazzo-Cardia (2003).

A abordagem aqui tratada e sintetizada no quadro 3, pautada em um processo que prima pela interdisciplinaridade, mostra-se como um meio de promover o desenvolvimento de um ensino que envolve o conteúdo de um componente curricular com várias outras áreas de conhecimento, cuja proposta é sustentada também pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

Assim, ao atuar no processo de ensino e aprendizagem do aluno, tal abordagem permite integrar os conteúdos e mostrar ao aluno uma concepção de conhecimento único.

## **6 OS CONTEÚDOS MATEMÁTICOS NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM HABILITAÇÃO EM BIOLOGIA DO IFMT**

### **6.1 A Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia no campus São Vicente**

O curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia, que passaremos a denominar de LCN/BIO/SVC, iniciou o seu funcionamento no ano de 2017, ofertando um total de 35 vagas, com ingresso anual. O curso é ofertado pelo Centro de Referência de Jaciara (MT) (CRJac), unidade acadêmica descentralizada, vinculada ao IFMT – campus São Vicente. A LCN/BIO/SVC tem duração de 4 anos (8 semestres) e uma carga horária total de 3.226 horas.

A motivação para a criação do curso emerge da percepção de que havia a necessidade de ofertar uma habilitação específica, visto que, desde o ano de 2010, o CRJac já vinha ofertando a Licenciatura em Ciências da Natureza (LCN). No entanto, esse curso habilitava os seus licenciados para atuarem apenas nas séries finais do ensino fundamental. A opção pela oferta da habilitação em Biologia veio da compatibilidade entre o corpo docente, necessária à sua oferta, e o grupo de professores que já lecionavam no campus São Vicente.

A LCN/BIO/SVC, de acordo com o seu Projeto Pedagógico de Curso (PPC):

[...] tem como objetivo formar professores capazes de articular os saberes de forma interdisciplinar, contemplando uma formação abrangente e consistente sobre as abordagens científicas, o conhecimento pedagógico e as novas demandas sociais apresentadas para o ensino de Ciências Naturais e Biológicas. (IFMT, 2017a, p. 23).

Quanto ao perfil do egresso, espera-se que os licenciados nesse curso estejam aptos a promover a aprendizagem do educando, considerando o saber científico. O egresso deverá saber relacionar as quatro áreas: Biologia, Química, Física e Matemática, de forma interdisciplinar, e incentivar o estudo investigativo. Ao final de sua formação, almeja-se que os licenciados tenham obtido “uma formação abrangente e consistente sobre as abordagens científicas e o conhecimento pedagógico na área

de Ciências do Ensino Fundamental e de Biologia para o Ensino Médio” (IFMT, 2017a, p. 38).

### **6.1.1 A organização curricular da LCN/BIO/SVC**

O PPC da LCN/BIO/SVC descreve que o currículo do curso foi construído de forma coletiva e com foco no acadêmico. De modo a estabelecer o equilíbrio dos diferentes conhecimentos que envolvem a formação dos professores de Ciências e Biologia, durante a estruturação do currículo, foi estabelecida a participação de professores de diferentes áreas do conhecimento. Além disso, buscou-se estruturar os componentes curriculares a partir de temas, o que favorece a interdisciplinaridade e a contextualização “intra” e “entre” conteúdos/componente curricular ao longo do curso.

A matriz do curso está organizada em dois eixos: Ciências da Natureza e Ciências Biológicas. O eixo Ciências da Natureza agrupa um conjunto de componentes curriculares que abordam conteúdos de Química, Física, noções de Biologia e elementos de Geologia. Esses componentes são ofertados nos quatro primeiros semestres do curso. A partir dos conteúdos ofertados nessa primeira etapa do currículo, almeja-se oferecer aos alunos um conjunto de conhecimentos de modo a prepará-los para lecionar Ciências nas séries finais do ensino fundamental. A seleção dos conteúdos abordados nesses componentes curriculares tem como referência os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), séries finais do ensino fundamental.

Quanto ao eixo das Ciências Biológicas, que conta com componentes curriculares ofertados na segunda metade do curso, são ofertados os conhecimentos específicos e pedagógicos necessários à formação do professor de Biologia.

A seleção dos conteúdos específicos e pedagógicos bem como a definição da carga horária das atividades de formação profissional têm, como referência, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Ciências Biológicas (bacharelado e licenciatura) (Resolução CNE n.º 7/2002) e as DCNs para os cursos de formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação

pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada (Resolução CNE n.º 02/2015).

A matriz curricular da LCN/BIO/SVC, atualmente em vigor, é apresentada no quadro 4, a seguir.

Quadro 4 – Matriz curricular da LCN/BIO/SVC, 2017

<b>Semestre</b>	<b>Componentes curriculares</b>	<b>Carga horária</b>
I Semestre	Epistemologia das Ciências da Natureza	34 horas
I Semestre	Metodologia Científica	68 horas
I Semestre	Português Instrumental	34 horas
I Semestre	Sociedade, Cultura e Meio Ambiente	34 horas
I Semestre	Educação Ambiental	34 horas
I Semestre	Biologia Celular	68 horas
I Semestre	Introdução ao Cálculo	68 horas
II Semestre	Psicologia da Educação	68 horas
II Semestre	Fundamentos Sócio Antropológicos da Educação	34 horas
II Semestre	Química Geral e Ambiental	68 horas
II Semestre	Mecânica	68 horas
II Semestre	Matemática aplicada às Ciências	34 horas
II Semestre	Histologia Animal	68 horas
III Semestre	Instrumentação para o Ensino de Ciências	102 horas
III Semestre	Química Orgânica	34 horas
III Semestre	Linguagem Química e Reações	34 horas
III Semestre	Física Térmica e Óptica	68 horas
III Semestre	Biologia do Corpo Humano	68 horas
IV Semestre	Legislação e Gestão da Educação	34 horas
IV Semestre	Língua Brasileira de Sinais	34 horas
IV Semestre	Recursos Naturais, Hídricos e Energéticos	34 horas
IV Semestre	Práticas Interdisciplinares	102 horas
IV Semestre	Ecologia I	68 horas
IV Semestre	Eletromagnetismo	68 horas
IV Semestre	Evolução e Biodiversidade	34 horas
V Semestre	Estágio Supervisionado I	102 horas
V Semestre	Ecologia II	68 horas
V Semestre	Bioquímica	68 horas

V Semestre	Genética Medeliana e Molecular	68 horas
V Semestre	Zoologia dos Invertebrados	68 horas
VI Semestre	Trabalho de Conclusão de Curso I	34 horas
VI Semestre	Instrumentação para o Ensino de Biologia	102 horas
VI Semestre	Estágio Supervisionado II	102 horas
VI Semestre	Anatomia e Fisiologia Vegetal	68 horas
VI Semestre	Zoologia dos Vertebrados	68 horas
VII Semestre	Estágio Supervisionado III	102 horas
VII Semestre	Microbiologia	68 horas
VII Semestre	Diversidade de Plantas sem sementes	68 horas
VII Semestre	Fisiologia Animal Comparada	68 horas
VII Semestre	Parasitologia	34 horas
VII Semestre	Biologia do Desenvolvimento	68 horas
VIII Semestre	Trabalho de Conclusão de Curso II	34 horas
VIII Semestre	Seminário Integrador	102 horas
VIII Semestre	Diversidade de Plantas com sementes	68 horas
VIII Semestre	Tópicos em Biotecnologia	68 horas
Optativa	Educação e suas Tecnologias	34 horas
Optativa	Educação de Jovens e Adultos	34 horas
Optativa	Biofísica	34 horas
Optativa	Estatística Experimental	34 horas
Optativa	Introdução à Bromatologia	34 horas
Optativa	Saúde e Ambiente	34 horas

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa (2020).

Como é possível observar no quadro acima, dos 45 componentes curriculares obrigatórios, apenas dois abordam os conteúdos matemáticos e, dos seis optativos, apenas um trata do tema, porém cabe aqui salientar que, embora apenas três dos 51 componentes ofertados promovam os conteúdos matemáticos específicos, outros necessitarão desses conhecimentos indiretamente, como será evidenciado posteriormente.

Com base nesse cenário, abaixo serão demonstrados e analisados os componentes curriculares que abordam os saberes matemáticos da LCN/BIO/SVC.



### 6.1.2 Os componentes curriculares que abordam os saberes matemáticos na LCN/BIO/SVC

Os componentes curriculares que compõem a matriz curricular do curso LCN/BIO/SVC e que abordam especificamente os componentes matemáticos são Introdução ao Cálculo, Matemática aplicada às Ciências e Estatística Experimental, no primeiro e segundo semestres, totalizando 136 horas/aula ao longo do curso (quadro 5).

Quadro 5 – Componentes curriculares que abordam especificamente o conteúdo matemático na LCN/BIO/SVC

Componente curricular	Carga horária	Ementa
<b>Introdução ao cálculo</b>	68 horas	Conjuntos. Função. Funções elementares: Linear, Afim, Quadrática e Modular. Função Exponencial e Logarítmica. Equações e Inequações. Polinômios. Limite e Continuidade. Derivadas.
<b>Matemática aplicada às Ciências</b>	34 horas	Aplicações das derivadas: Máximos e mínimos, resolução de problemas de otimização como introdução à modelagem matemática. Integral definida e indefinida. Cálculo de áreas através de integrais. Formulação e Resolução de problemas. Modelos e Modelagem matemática com conceitos da Educação Básica.
<b>Estatística Experimental</b>	34 horas	Conceitos básicos de estatística e experimentação. Planejamento de experimentos agrícolas. Princípios básicos da experimentação. Delineamentos experimentais: inteiramente casualizado, blocos ao acaso e quadrado latino. Testes de comparações de médias. Ensaios fatoriais. Ensaios em parcelas subdivididas. Análise de variância e transformação de dados. Fundamentos e aplicações de regressão e correlação. Uso de pacotes computacionais estatísticos.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa (2020).

Conforme citado anteriormente, a LCN/BIO/ SVC possui uma carga horária total de 3.226 horas. Desse total, apenas 136 horas (4,21%) são direcionadas aos conteúdos matemáticos, sendo 102 horas (3,16%) de componentes curriculares obrigatórios, que correspondem aos componentes Introdução ao Cálculo (68 horas) e Matemática aplicada às Ciências (34 horas). O componente Estatística Experimental, de 34 horas (1,05%), aparece no currículo como optativo.

Nesse sentido, Mattiazzo-Cardia (2003, p. 15) já sinalizava que, na década de 1980, os cursos da área de Ciências Biológicas dispunham, em sua grade curricular, de uma carga horária significativa destinada ao ensino dos conteúdos específicos da Matemática. Por experiência durante a sua formação, a autora indica que, naquela

época, existiam “cargas horárias de 8 a 12 horas semanais, durante 1 ou 2 anos” destinadas à Matemática para aplicação de conteúdos indispensáveis para a abordagem de determinadas temáticas da Biologia.

Entretanto, a autora afirma que, nas últimas décadas, a carga horária destinada aos conteúdos de Matemática, no currículo dos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT, vem sendo gradativamente reduzida. Em parte, essa redução se deve ao maior espaço conferido no currículo para os componentes curriculares específicos das Ciências Biológicas. Por conseguinte, entendemos que essa condição também esteja reproduzida na LCN/BIO/SVC.

Outro fator relevante refere-se ao fato de que, apesar de ter havido uma redução significativa da carga horária dos componentes curriculares de Matemática, os conteúdos têm sido realocados nos componentes que permaneceram nos cursos, sendo que a maioria deles não apresenta uma carga horária suficiente para o ensino adequado desses conteúdos.

Destaca-se, por fim, que os conteúdos especificados como componentes curriculares obrigatórios e optativos na área da Matemática também necessitam passar por revisão, visto que, dentro do componente optativo Estatística Experimental, por exemplo, encontra-se o conteúdo de Análise Combinatória, essencial para a compreensão de diversos conteúdos da Biologia.

Assim, o questionamento feito por Mattiazzo-Cardia (2003, p. 15): “[...] diante da escassez de tempo para resolver os conteúdo tradicionalmente ensinados nesses cursos, o que priorizar?”, mostra-se, neste sentido, cada vez mais atual e pertinente, posto que quase 20 anos se passaram da realização de sua pesquisa e a carga horária dos componentes curriculares de Matemática inseridos nos cursos de Ciências Biológicas continua sendo reduzida.

### **6.1.3 Os conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários para a compreensão dos fenômenos científicos e biológicos estudados na LCN/BIO/SVC**

Nesta seção, buscamos analisar os conteúdos curriculares relativos à área de Ciências da Natureza que são ensinados na LCN/BIO/SVC, à luz do quadro de conteúdos matemáticos considerados adequados para a compreensão dos fenômenos científicos e biológicos (quadro 3).

Esse estudo foi importante para que pudéssemos conhecer, com base no quadro de análise proposto, quais conteúdos matemáticos são indispensáveis e/ou necessários a serem ensinados, considerando os processos e os fenômenos científicos e biológicos abordados nos diversos componentes curriculares ofertados no curso.

O resultado dessa análise é apresentado nos quadros 9 a 12 e nas discussões a seguir, cujos conteúdos curriculares básicos do curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia foram divididos em quatro grandes grupos, conforme as DCNs: 1) Biologia celular, molecular e evolução, 2) Diversidade biológica, 3) Ecologia e 4) Fundamento das Ciências Exatas e da Terra.

Em cada grupo, foi realizada uma comparação entre o grupo de componentes curriculares, de acordo com o estudo de Mattiazzo-Cardia (2003), e os componentes curriculares da LCN/BIO/SVC. Em seguida, foram apresentados os conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários para a compreensão e a descrição dos fenômenos biológicos.

Quadro 6 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários evidenciados nos grupos curriculares básicos de Biologia celular, molecular e evolução – LCN/BIO/SVC

Grupo de componentes curriculares (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)	Componentes curriculares da LCN/BIO/SVC	Conteúdos matemáticos indispensáveis (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) previstos para LCN/BIO/SVC	Conteúdos matemáticos necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) previstos para LCN/BIO/SVC	Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) que estão ausentes no curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/SVC)
Genética	<p>Biologia celular</p> <p>Genética mendeliana e molecular</p> <p>Tópicos em biotecnologia</p>	<p>Conceitos básicos de estatística e experimentação</p> <p>Planejamento de experimentos</p>	<p>Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas</p> <p>Estatística</p> <p>Gráficos de funções e de relações</p>	<p>Probabilidade e estatística</p> <p>Análise combinatória: princípio fundamental da contagem, arranjos, combinações e permutações</p> <p>Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora</p> <p>Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração</p> <p>Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume de massa e de capacidade</p> <p>Razões e proporções</p> <p>Porcentagem</p>
Histologia	Histologia animal	--	--	<p>Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade</p> <p>Porcentagem</p>
Evolução	Evolução e biodiversidade	<p>Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas</p> <p>Estatística</p>	<p>Equações e funções do segundo grau</p> <p>Derivadas de funções de uma variável</p>	<p>Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais</p> <p>Cálculos algébricos</p>

Evolução		Gráficos de funções e de relações		Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Probabilidades Razões e proporções Porcentagem
Embriologia	Biologia do desenvolvimento	--	--	Porcentagem
Parasitologia	Parasitologia	--	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Porcentagem
Microbiologia	Microbiologia	--	--	Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa (2021).

De acordo com o quadro 6, que apresenta o grupo de Biologia celular, molecular e evolução, é possível observar que os grupos básicos de componentes curriculares propostos por Mattiazzo-Cardia (2003) são seis: 1) Genética, 2) Histologia, 3) Evolução, 4) Embriologia, 5) Parasitologia e 6) Microbiologia. No que tange ao currículo da LCN/BIO/SVC foram encontrados três componentes curriculares que apresentam relação com o grupo de componentes descrito acima. São eles: Biologia Celular; Genética Mendeliana e Molecular e Tópicos em Biotecnologia.

Dentre os seis grupos, apenas dois componentes apresentam a necessidade indispensável de conteúdos matemáticos, sendo eles: Genética e Evolução. No componente de Genética, é apontada a necessidade de conhecimentos em: conceitos básicos de estatística e experimentação e planejamento de experimentos. Já para o desenvolvimento do conteúdo de evolução, há indispensabilidade do conhecimento em tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas; estatística e gráficos de funções e de relações.

Observa-se que, nos conteúdos matemáticos considerados necessários, além da Genética e Evolução, encontra-se o grupo de Parasitologia. Esse componente apresenta necessidade de conhecimento em tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas. Já os conteúdos matemáticos apontados como necessários no grupo de Genética, além dos indispensáveis, foram: tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas; estatística e gráficos de funções e de relações. E, no conteúdo de evolução, foram identificados: equações e funções do segundo grau e derivadas de funções de uma variável.

Por fim, comparando os apontamentos de Mattiazzo-Cardia (2003) ao conteúdo da LCN/BIO/SVC, com relação aos conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários que estão ausentes no curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/SVC), é possível apontar: probabilidade e estatística; análise combinatória: princípio fundamental da contagem, arranjos, combinações e permutações; cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora; cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração; sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume de massa e de capacidade; razões e proporções; porcentagem; medidas de comprimento, de área,

de volume, de massa e de capacidade; cálculos numéricos envolvendo operações com números reais; cálculos algébricos e probabilidades.

Com o intuito de exemplificar, dentre os componentes curriculares da LCN/BIO/SVC que integram o grupo de conteúdos destacados no quadro 6, tem-se o componente curricular Genética Mendeliana. Para este, está prevista a seguinte ementa:

Genética mendeliana. Estrutura e função de ácidos nucleicos. Transcrição e tradução genicas. Regulação da expressão gênica. Genes e herdabilidade, genótipo x fenótipo. Mutação genica. Aberrações cromossômicas. Genética de transmissão. Herança ligada ao sexo. Alelos múltiplos. Ligações genicas. Mapeamento cromossômico. Herança poligênica. Noções de genética de populações. Engenharia genética e a tecnologia do DNA recombinante. (IFMT, 2017a, p. 97).

Verifica-se, pois, que, para o componente curricular mencionado, os conteúdos matemáticos contribuem fundamentalmente para a compreensão dos conteúdos nela estudados, uma vez que a Genética trabalha com percentuais de populações e da relação com seus genitores a fim de mensurar as proporções, as probabilidades e os percentuais de variações genéticas, sendo estes tanto realizados por meio de cálculos percentuais simples ou mais complexos, como o uso de bioestatística para se tratar das noções genéticas de populações ou, ainda, a possibilidade de identificação de patologias genéticas de determinados grupos.

No quadro 7, destacamos os principais elementos quanto ao grupo da Diversidade Biológica:

Quadro 7 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários ao estudo dos conteúdos curriculares de Diversidade Biológica – LCN/BIO/SVC

<b>Grupo de componentes curriculares (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)</b>	<b>Componentes curriculares da LCN/BIO/SVC</b>	<b>Conteúdos matemáticos indispensáveis (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) previstos para LCN/BIO/SVC</b>	<b>Conteúdos matemáticos necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) previstos para LCN/BIO/SVC</b>	<b>Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) que estão ausentes no curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/SVC)</b>
Zoologia	Zoologia dos invertebrados Zoologia dos vertebrados	--	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	Sistema de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Porcentagem Gráficos de funções e de relações
Anatomia	Biologia do corpo humano	--	--	Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Porcentagem
Fisiologia	Fisiologia animal e comparada Anatomia Fisiologia vegetal	Gráficos de funções e de relações.	Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Logaritmos Forma científica de representar números Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Razões e proporções Porcentagem
Botânica	Diversidade de plantas sem sementes Diversidade de plantas com sementes	--	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Gráficos de funções e de relações	Sistema de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa (2021).



O componente Diversidade Biológica, conforme apontado por Mattiazzo-Cardia (2003), tem, em seu grupo, quatro componentes curriculares, ou seja, Zoologia, Anatomia, Fisiologia e Botânica. No entanto, o curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/SVC) oferece oito, sendo esses quatro subdivididos em: 1) Zoologia dos invertebrados; 2) Zoologia dos vertebrados; 3) Biologia do corpo humano; 4) Fisiologia animal e comparada; 5) Anatomia; 6) Fisiologia vegetal; 7) Diversidade de plantas sem sementes e 8) Diversidade de plantas com sementes.

Dentro desse contexto, apenas um conteúdo matemático poderia ser considerado indispensável para o estudo dos componentes curriculares supracitados: gráficos de funções e de relações. Quanto aos componentes curriculares considerados necessários, com exceção da Anatomia, todas as demais foram consideradas na LCN/BIO/SVC, tendo em vista a abordagem de conteúdos tais como: tratamento estatístico de dados, gráficos e tabelas; cálculos numéricos envolvendo operações com números reais; logaritmos; forma científica de representar números e gráficos de funções e de relações.

Já com relação aos conteúdos matemáticos considerados indispensáveis e necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) que estão ausentes no curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/SVC), apontam-se: sistema de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade; porcentagem; gráficos de funções e de relações; medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade e razões e proporções.

Um exemplo prático a ser mencionado pode ser encontrado no componente de Fisiologia Animal Comparada, pois a sua ementa aborda os seguintes temas e/ou conteúdos:

[...] conceitos e histórico da fisiologia; mecanismos fisiológicos de adaptação dos animais; princípios homeostáticos, alimento, energia e **mecanismos termorregulatórios**, equilíbrio hídrico, osmorregulação e excreção, aparelho circulatório, regulação e adaptações cardiovasculares, metabolismo respiratório, pigmentos respiratórios, dimensão corpórea e deslocamento na escala animal, bases bioquímicas da contração, tipos de fibras musculares e custo energético do deslocamento animal, sistemas nervosos e endócrinos e sua regulação na escala animal, sistema sensorial e motor, feromônios, memória e comportamento animal (IFMT, 2017a, p. 110 grifo nosso).

Nessa ementa, é possível observar, ainda, outras situações em que seriam necessários os conteúdos em Matemática, como energia e mecanismos termorregulatórios (Matemática Aplicada), a partir de equações exponenciais e logarítmicas. Assim como no conteúdo anteriormente analisado, os conteúdos matemáticos mostram-se necessários para melhor interpretação dos fenômenos, seja pela compreensão das suas variáveis, seja pela análise representativa por fórmulas e gráficos.

De acordo com Mattiazzo-Cardia (2003, p. 85), “As aplicações da Matemática nos estudos da Fisiologia Humana e Animal são inúmeras”, que citou, também, como exemplo, um excerto de Guyton e Hall (1998, p. 106-107), que aborda a relação do fluxo sanguíneo a partir da diferença entre pressão e resistência vascular, demonstrando a necessidade do conhecimento sobre razões e proporções para compreender que, enquanto o “fluxo sanguíneo é diretamente proporcional à diferença da pressão”, também o é “inversamente proporcional à resistência”.

A seguir, no quadro 8, destacam-se os principais elementos referentes aos componentes curriculares que integram o grupo de conteúdos curriculares de Ecologia:

Quadro 8 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários evidenciados nos conteúdos curriculares de Ecologia – LCN/BIO/SVC

<b>Grupo de componentes curriculares (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)</b>	<b>Componentes curriculares da LCN/BIO/SVC</b>	<b>Conteúdos matemáticos indispensáveis (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)</b>	<b>Conteúdos matemáticos necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)</b>	<b>Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) que estão ausentes no curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/SVC)</b>
Ecologia	Ecologia I Ecologia II	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Gráficos de funções e de relações	Equações exponenciais Funções exponenciais Funções logarítmicas Logaritmos Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento Razões e proporções Porcentagem Derivadas de funções de uma variável	Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume de massa e de capacidade
Saúde Pública	Saúde e Ambiente Educação ambiental	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Porcentagem	Estatística	Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Razões e proporções Porcentagem

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa (2021).

Dando continuidade às análises, é possível verificar que, quanto ao grupo Ecologia, no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/SVC), apresenta uma subdivisão dos componentes curriculares, oferecendo quatro componentes curriculares: Ecologia I; Ecologia II; Saúde e Ambiente e Educação Ambiental.

Todos os componentes apresentam a necessidade de conteúdos matemáticos indispensáveis, sendo eles: tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas; gráficos de funções e de relações e porcentagem. Já os conteúdos matemáticos considerados necessários são: equações exponenciais; funções exponenciais; funções logarítmicas; logaritmos; forma científica de representar números e técnicas de arredondamento; razões e proporções; porcentagem; derivadas de funções de uma variável e estatística.

Por fim, os conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários que estão ausentes no curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/SVC) são: cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora; cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração; sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume de massa e de capacidade; cálculos numéricos envolvendo operações com números reais; razões e proporções e porcentagem.

Os conteúdos matemáticos considerados indispensáveis para esse grupo corroboram com as necessidades dos anteriores, pois são repetidas tanto em conhecimento estatístico como na compreensão das funções e relações. Além disso, outros conteúdos matemáticos são apontados como necessários, como cálculos algébricos, equações exponenciais, uso de calculadora, dentre outros. Assim, ao verificarmos, por exemplo, um dos assuntos abordados dentro da Ecologia I, na Introdução à Ecologia, o PPC da LCN/BIO/SVC aponta que essa matéria deve ser capaz de produzir aos alunos as habilidades de compreender sobre:

Introdução à Ecologia. Ecologia do indivíduo. Componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas. Nicho e Habitat. Fluxo de energia. Ecologia trófica. Ciclos biogeoquímicos. Ecossistemas e Biomas. Fatores Limitantes. **Dinâmica das populações biológicas.** **Demografia.** **Crescimento populacional.**

Adaptações aos ambientes terrestres e aquáticos. História de vida: estrategistas R e K. Semelparidade e Iteroparidade. **Metapopulações**. (IFMT, 2017a, p. 87, grifo nosso)

Diante do exposto, os conteúdos matemáticos indispensáveis também podem ser encontrados no próprio PPC, por exemplo, ao trazer a abordagem das dinâmicas das populações biológicas e do crescimento populacional, que exigirá, além de cálculos básicos, a compreensão de percentual, estatística, estimativa, leitura de gráficos e tabelas, correlação, dentre outros.

De acordo com Mattiazzo-Cardia (2003), a correlação entre a Matemática e a Ecologia pode ser comprovada a partir dos livros didáticos utilizados pelos professores responsáveis pelo componente curricular Ecologia. Da análise efetuada pela autora, por exemplo, destaca-se o uso dos conhecimentos de matrizes para indicar as relações estabelecidas entre os componentes de determinados sistemas ou, ainda, o uso de equações diferenciais para descrever a taxa de transformação desses sistemas.

No quadro 9 a seguir, são elencados os principais elementos pertinentes aos componentes curriculares do último grupo de conteúdos curriculares de Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra:

Quadro 9 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários evidenciados nos conteúdos curriculares de Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra  
– LCN/BIO/SVC

Grupo de componentes curriculares (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)	Componentes curriculares da LCN/BIO/SVC	Conteúdos matemáticos indispensáveis (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)	Conteúdos matemáticos necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)	Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) que estão ausentes no curso de Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/SVC)
Química	Química geral e ambiental Química orgânica Linguagem química e reações	Forma científica de representar números Gráficos de funções e de relações	Logaritmos Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Geometria espacial: poliedros e esferas Razões e proporções Porcentagem
Física	Mecânica Física térmica e óptica Eletromagnetismo Biofísica	Gráficos de funções e de relações.	Funções do primeiro grau Funções do segundo grau Funções exponenciais Logaritmos Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Derivadas de funções de uma variável Integrais de funções de uma variável	Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Cálculos algébricos Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Funções trigonométricas Forma científica de representar números Geometria plana: ângulos, polígonos, circunferências e círculos Razões e proporções Porcentagem

Geologia	Recursos naturais, hídricos e energéticos	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	Gráficos de funções e de relações	Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Porcentagem
----------	---	---	-----------------------------------	--

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa (2021).

Por fim, apresenta-se o quarto grupo, Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra, composto pelos seguintes componentes curriculares: Química, Física e Geologia. Verifica-se que, em seu próprio nome, já é possível compreender que a maioria do escopo desse grupo será fundamentado em princípios matemáticos, pois, nesse caso, a própria constituição dos componentes curriculares que o integram tem como objetivo trazer ao discente habilidades que envolvem compreensões e construção da crítica por meio do conhecimento no campo das Ciências Exatas, incluindo desde o conteúdo matemático básico até os conteúdos aplicados, como aqueles necessários no campo da Física, Química e Geologia.

Nesse sentido, tomando como base o estudo de Mattiazzo-Cardia (2003), é possível aferir que os conteúdos matemáticos indispensáveis ao estudo desses componentes curriculares são: forma científica de representar números; gráficos de funções e de relações e tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas. Também podemos elencar os conhecimentos necessários: logaritmos; tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas; funções do primeiro grau; funções do segundo grau; funções exponenciais; derivadas de funções de uma variável; integrais de funções de uma variável e gráficos de funções e de relações.

Com relação aos conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários que estão ausentes na LCN/BIO/SVC e que se referem aos conteúdos curriculares de Ciências Exatas e da Terra, citamos: cálculos numéricos envolvendo operações com números reais; medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade; geometria espacial: poliedros e esferas; razões e proporções; porcentagem; cálculos algébricos; funções trigonométricas; forma científica de representar números e geometria plana: ângulos, polígonos, circunferências e círculos.

Tomando como exemplo a ementa de Mecânica, dentro do componente curricular Física, do PPC da LCN/BIO/SVC, este já está formatado levando em consideração os conteúdos matemáticos inerentes a ele:

Movimento: conservação e variação. O caráter vetorial e a expressão matemática da quantidade de movimento de sua conservação. Variação da quantidade de movimento de partes do sistema. Aplicação das Leis de Newton em situações cotidianas. Origem das rotações. Quantidade de movimento angular. O movimento angular nas interações sua variação e o torque. Relação entre torque e aceleração angular. A energia e



sua Lei de Conservação. Transformações e transferências de energia. Energia mecânica e seu cálculo. Condições de equilíbrio. Campo gravitacional e sua expressão universal. Leis de Kepler. Descrição matemática dos movimentos. (IFMT, 2017a, p. 74)

Um exemplo que demonstra a importância dos saberes matemáticos são os gráficos utilizados na cinemática para descreverem o comportamento de grandezas envolvidas no movimento de um objeto, como na Física, quando se utiliza, de modo convencional, para representar o tempo, cujas variáveis, independentemente da posição, da velocidade e da aceleração, são dependentes do tempo e, por conseguinte, representadas no eixo das ordenadas. Esse fenômeno e/ou processo passa, assim, a ser compreendido por meio de conteúdos matemáticos que integram os conteúdos pertinentes aos gráficos de funções e de relações.

Verifica-se que a Matemática se mostra essencial para uma melhor compreensão dos processos e fenômenos científicos e biológicos estudados na LCN/BIO/SVC. Essa afirmação pode ser ratificada, pois, a partir da Matemática, se mostrará possível propor aos licenciandos, por exemplo, modelos que simulem o comportamento de uma grandeza em interação com outra e modos de compreensão do cálculo como ferramenta que potencializa a abordagem e o entendimento dos mais variados problemas inseridos nas áreas que integram o curso.

Esses recursos possibilitam aos discentes apreender as técnicas de derivação e de integração e municiam o futuro docente de saberes quanto à aplicação de ferramentas advindas da Matemática para resolução de problemas que emergem de outras áreas do conhecimento, como é o caso da Biologia.

Assim, foi possível constatar, a partir dos grupos curriculares que abordam os conteúdos matemáticos, descritos nos quadros 9 a 12, a relação entre as áreas dos componentes curriculares abordados no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/SVC), a partir das ementas dos componentes curriculares e dos conteúdos matemáticos já inseridos nestes.

Ademais, da análise efetuada, foi possível, ainda, identificar quais são os conteúdos considerados adequados para inserção nos componentes da área da Matemática, visando auxiliar o desenvolvimento matemático para os licenciandos do curso em questão, com o propósito de facilitar a compreensão de processos e de fenômenos biológicos.

Diante desse estudo, foi possível constatar que alguns conteúdos matemáticos considerados indispensáveis ao desenvolvimento de determinados componentes curriculares de Ciências e Biologia não figuram no currículo e nas ementas dos ofertados pela LCN/BIO/SVC.

Dentre os principais conhecimentos faltantes, destacam-se: medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade; análise combinatória: princípio fundamental da contagem, arranjos, combinações e permutações; probabilidade; funções trigonométricas; geometria plana: ângulos, polígonos, circunferências e círculos; razões e proporções; porcentagem; cálculos numéricos envolvendo operações com números reais e geometria espacial: poliedros e esferas.

Para uma melhor compreensão sobre a necessidade de contar com os conteúdos descritos no parágrafo anterior, quando indicamos, por exemplo, a ausência dos conteúdos quanto ao ensino de probabilidade e análise combinatória, justifica-se a sua importância, uma vez que são indispensáveis para o desenvolvimento de matérias correlatas aos componentes curriculares de Genética I e II.

Isso porque se trata de saberes matemáticos essenciais para que o educando possa compreender alguns dos fenômenos e cálculos existentes dentro da Genética, uma vez que, conforme bem apontado por Silva Júnior (2008, p. 15), em seus estudos, o conteúdo pertinente à “Análise Combinatória, [...] é indicada como elemento de formulação e organização das resoluções de problemas na rede de significados gerados pela Genética.”

Ainda de acordo com os apontamentos de Silva Júnior (2008, p. 6):

A relação entre a Matemática e a Biologia dá-se pelo fato da primeira poder servir de apoio à segunda na resolução de situações durante uma pesquisa, na interpretação e na representação de resultados. A Matemática, com suas teorias e metodologias próprias, aproxima-se da Biologia na elaboração de modelos capazes de solucionar problemas e interpretar 6 situações, podendo favorecer articulações de saberes no tratamento de temas que momentaneamente sejam comuns às duas Ciências.

Assim, diante da análise do currículo do curso da LCN/BIO/SVC, observou-se a ausência de conteúdos matemáticos indispensáveis e/ou necessários ao estudo de processos e/ou fenômenos científicos e biológicos, cuja compreensão é importante

para a formação do licenciando em Biologia. Nessa perspectiva, indica-se a possibilidade de que o PPC do curso possa ser revisado considerando os conteúdos matemáticos que, porventura, possam estar ausentes.

Na sequência, passa-se a analisar, seguindo a mesma linha de estudo, os principais elementos quanto à Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia no campus de Guarantã do Norte (MT).

## **6.2 A Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia no campus Guarantã do Norte**

O curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia, que passaremos a denominar de LCN/BIO/GTA, iniciou o seu funcionamento no ano de 2017, ofertando um total de 35 vagas, com ingresso anual. A licenciatura é ofertada pelo campus avançado de Guarantã do Norte. A LCN/BIO/GTA tem duração de 4 anos (8 semestres) e uma carga horária total de 3.208 horas.

A LCN/BIO/GTA tem por objetivo “formar professores para a educação básica, na área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias”, para que fiquem aptos a lecionar os componentes curriculares de Ciências e Biologia no ensino fundamental e médio, respectivamente (IFMT, 2017b, p. 22).

Além disso, se compromete a “participar e promover discussões que busquem a melhoria da educação, oferecendo ferramentas e propostas de ensino que contribuam para a melhoria da qualidade da educação da região” (IFMT, 2017b, p. 22). Por meio da formação ofertada, o licenciado nesse curso deverá ser capaz de apreender o contexto social e escolar em que estiver inserido, proporcionando aos seus alunos a compreensão da natureza e seus fenômenos, a partir de uma abordagem interdisciplinar.

Ao final de sua formação, o egresso da LCN/BIO/GTA deverá estar apto a “promover a aprendizagem de seus alunos, tendo como base o conhecimento científico” (IFMT, 2017b, p. 33). Além disso, deverá ser capaz de relacionar interdisciplinarmente os conhecimentos oriundos de quatro campos disciplinares: Biologia, Física, Química e Matemática. Segundo o PPC, existe a possibilidade de que o egresso desse curso possa atuar como biólogo em projetos, pesquisas, perícias,

análises, fiscalização, emissão de laudos, dentre outras atividades descritas na Resolução do Conselho Federal de Biologia (CFBio) n.º 227/2010. No entanto, essa atuação técnica dependerá de uma complementação na sua formação.

### 6.2.1 A organização curricular da LCN/BIO/GTA

Quanto à sua organização curricular, o PPC da LCN/BIO/GTA expõe que a construção do currículo do curso se deu a partir de um trabalho coletivo, visando garantir que os componentes curriculares e os conteúdos abordados no curso não fossem definidos de maneira isolada. O currículo do curso é organizado em duas etapas de formação, sendo que os componentes curriculares cursados durante os quatro primeiros semestres do curso preparam o licenciando para lecionar Ciências no ensino fundamental e os quatro últimos semestres são compostos por componentes curriculares que irão prepará-lo para lecionar Biologia no ensino médio.

A seleção dos conteúdos específicos e pedagógicos bem como a definição da carga horária das atividades de formação profissional têm, como referência, as DCNs para os cursos de Ciências Biológicas (bacharelado e licenciatura) (Resolução CNE n.º 7/2002) e as DCNs para os cursos de formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada (BRASIL, 2015).

A matriz curricular da LCN/BIO/GTA, atualmente em vigor, é apresentada no quadro 10 a seguir.

Quadro 10 – Matriz curricular da LCN/BIO/GTA, 2017

Semestre	Componentes curriculares	Carga horária
I Semestre	Biologia Geral	68 horas
I Semestre	Matemática Básica	68 horas
I Semestre	Química Geral	68 horas
I Semestre	Metodologia do Trabalho Científico	34 horas
I Semestre	Português Instrumental	34 horas
I Semestre	Informática Básica	34 horas
I Semestre	Projeto Integrado de Prática Educativa I	34 horas
II Semestre	Cálculo	68 horas
II Semestre	Física Geral I	34 horas
II Semestre	Biologia Experimental	34 horas

II Semestre	Química Experimental	34 horas
II Semestre	Psicologia da Educação	34 horas
II Semestre	Filosofia da Ciência	34 horas
II Semestre	Política e Gestão da Educação	68 horas
II Semestre	Projeto Integrado de Prática Educativa II	34 horas
III Semestre	Didática Geral	68 horas
III Semestre	Recursos Naturais	34 horas
III Semestre	Projeto Integrado de Prática Educativa III	34 horas
III Semestre	Metodologia do Ensino de Ciências I	68 horas
III Semestre	Física Experimental I	34 horas
III Semestre	Física Geral II	34 horas
III Semestre	Química Orgânica	68 horas
IV Semestre	Física Experimental II	34 horas
IV Semestre	Estatística	34 horas
IV Semestre	Ciências da Terra	34 horas
IV Semestre	Educação Ambiental	68 horas
IV Semestre	Língua Brasileira de Sinais	34 horas
IV Semestre	Informática Aplicada à Educação	34 horas
IV Semestre	Projeto Integrado de Prática Educativa IV	34 horas
IV Semestre	Metodologia do Ensino de Ciências II	68 horas
V Semestre	Metodologia do Ensino de Biologia I	68 horas
V Semestre	Estágio Supervisionado I	20 horas
V Semestre	Biologia Celular	34 horas
V Semestre	Bioquímica	68 horas
V Semestre	Zoologia I	68 horas
V Semestre	Anatomia Animal Comparada	34 horas
V Semestre	Genética I	34 horas
V Semestre	Microbiologia	34 horas
VI Semestre	Metodologia do Ensino de Biologia II	68 horas
VI Semestre	Estágio Supervisionado II	20 horas
VI Semestre	Botânica I	68 horas
VI Semestre	Zoologia II	68 horas
VI Semestre	Genética II	68 horas
VI Semestre	Microbiologia Experimental	34 horas
VI Semestre	Histologia	34 horas
VII Semestre	Biologia do Desenvolvimento	34 horas
VII Semestre	Fisiologia Animal Comparada	34 horas
VII Semestre	Botânica II	34 horas
VII Semestre	Fisiologia Vegetal	34 horas
VII Semestre	Evolução	68 horas
VII Semestre	Ecologia Geral	68 horas
VII Semestre	Estágio Supervisionado III	140 horas

VIII Semestre	Estágio Supervisionado IV	220 horas
VIII Semestre	Trabalho de Conclusão de Curso	160 horas
VIII Semestre	Biofísica	34 horas
VIII Semestre	Biogeografia	34 horas
Optativa	Álgebra Linear	34 horas
Optativa	Biocombustíveis	34 horas
Optativa	Química Verde	34 horas
Optativa	Química dos Alimentos	34 horas
Optativa	História e Filosofia da Biologia	34 horas
Optativa	Inglês Instrumental	34 horas

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa (2020).

Na tabela acima, é possível observar que, das 3.202 horas (carga horária total do curso), apenas 204 horas (6,85%) são direcionadas às matérias que contemplam especificamente os conteúdos matemáticos. Além disso, dos 56 componentes curriculares obrigatórios, três são voltados a esses conteúdos e, dos seis optativos, um é direcionado a esses conhecimentos.

Dessa forma, como realizado anteriormente, serão analisados os componentes curriculares que abordam os saberes matemáticos.

### **6.2.2 Os componentes curriculares que abordam os saberes matemáticos na LCN/BIO/GTA**

Conforme mencionado anteriormente, os componentes curriculares que compõem a matriz curricular do curso LCN/BIO/GTA e que abordam especificamente os conteúdos matemáticos são: Matemática Básica, Cálculo e Estatística, no primeiro, segundo e quarto semestres, respectivamente, e Álgebra Linear, como optativa, totalizando 204 horas/aula ao longo do curso (quadro 11).

Quadro 11 – Componentes curriculares que abordam especificamente o conteúdo matemático na LCN/BIO/GTA

<b>Componente curricular</b>	<b>Carga horária</b>	<b>Ementa</b>
Matemática Básica	68 horas	Conjuntos. Funções e seus gráficos: função constante, função linear, função linear afim; Função quadrática; Função polinomial; Função exponencial; Função logarítmica; Trigonometria: resolução de triângulos quaisquer; Conceitos trigonométricos básicos; Seno, cosseno e tangente na circunferência trigonométrica; Relações trigonométricas; Transformações trigonométricas.

Cálculo	68 horas	Números Reais e Funções; Limites e Continuidade; Derivadas; Teoremas sobre Funções Deriváveis; Aplicações da Derivada.
Estatística	34 horas	Estatística Descritiva; Probabilidade e Distribuições de Probabilidade; Amostragem e Distribuições Amostrais; Teoria da Estimativa; Teoria da Decisão; Regressão e Correlação.
Álgebra Linear	34 horas	Matrizes; Determinantes; Sistemas de equações lineares.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa (2020).

No quadro acima, é possível observar que apenas 204 horas (6,85%) são direcionadas às matérias que contemplam especificamente os conteúdos matemáticos, quais sejam: Matemática Básica, com 68 horas (2,12%); Cálculo, com 68 horas (2,12%), e Estatística, com 34 horas (1,06%), e, das seis optativas, uma é direcionada a esses conhecimentos: Álgebra Linear, com 34 horas/aula (1,06%).

Verifica-se, na LCN/BIO/GTA, que a Matemática conta com um maior espaço em seu currículo, em detrimento do que foi observado na LCN/BIO/SVC, pois tem quatro componentes curriculares ao invés de três. No entanto, ainda que possua uma estrutura melhor que a do campus de São Vicente, continua restrita em relação à gama de conceituações e saberes matemáticos indispensáveis e necessários para atender às demandas do curso em análise.

Quanto aos componentes curriculares de Matemática Básica e Cálculo, merece destaque a previsão, em suas ementas, de conteúdos como funções e derivadas, que possibilitam ao aluno do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia assimilar melhor as noções que envolvem alguns dos principais fenômenos biológicos, tais como: cinética enzimática, respiração e fotossíntese, crescimento vegetal e animal, pH e curva de crescimento.

De igual forma, os componentes curriculares Estatística e Álgebra Linear estabelecem redes de significados que, ao serem aplicados às Ciências Biológicas, a partir das abordagens sobre probabilidades, estatísticas e equações determinantes, por exemplo, auxiliam no processo de ensino e aprendizagem ao tornar possível formular e organizar as explicações sobre Genética e Botânica.

Para além disso, de acordo com Mattiazzo-Cardia (2003), a Matemática pode, ainda, no processo de formação em Biologia, auxiliar na definição do perfil dos futuros docentes, preparando-os para “Estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade” e “Atuar multi e interdisciplinarmente, interagindo com diferentes especialidades” (BRASIL, 2001, p. 3), evidenciando a importância da Matemática

dentro dos conteúdos abordados pela e na Biologia, coadunando com o Parecer CNE/CES n.º 1301/2001, que trata das Diretrizes Nacionais para os cursos de Ciências Biológicas.

### ***6.2.3 Os conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários para a compreensão dos fenômenos científicos e biológicos estudados LCN/BIO/GTA***

Nesta seção, buscamos analisar os conteúdos curriculares que são ensinados na LCN/BIO/GTA, à luz do quadro de conteúdos matemáticos considerados adequados para a compreensão de fenômenos científicos e biológicos (quadro 12).

Este estudo foi importante para que pudéssemos conhecer quais são os conteúdos matemáticos indispensáveis e/ou necessários a serem ensinados, considerando os processos e fenômenos científicos e biológicos abordados nos diversos componentes curriculares ofertados no curso. Os resultados dessa análise são apresentados nos quadros que se seguem.

Para fins de análise, foram divididos, nesta seção, os conteúdos curriculares básicos da LCN/BIO/GTA em quatro grupos, quais sejam: 1) Biologia celular, molecular e evolução; 2) Diversidade biológica; 3) Ecologia e 4) Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra. Dentro desses grupos, foram elucidados os componentes curriculares tomando por base o estudo realizado por Mattiazzo-Cardia (2003) em sua pesquisa e os componentes curriculares que integram o curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia de Guarantã do Norte.

Os componentes curriculares, por sua vez, seguiram a catalogação entre os conteúdos matemáticos considerados indispensáveis e necessários, conforme se verifica no quadro 12.



Quadro 12 – Conteúdos indispensáveis e necessários evidenciados nos componentes curriculares de Biologia celular, molecular e evolução – LCN/BIO/GTA

<b>Grupo de componentes curriculares (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)</b>	<b>Componentes curriculares da LCN/BIO/GTA</b>	<b>Conteúdos matemáticos indispensáveis (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) previstos para LCN/BIO/GTA</b>	<b>Conteúdos matemáticos necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) previstos para LCN/BIO/GTA</b>	<b>Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) que estão ausentes no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT (LCN/BIO/GTA)</b>
Genética	Genética I Genética II Biologia celular	Probabilidade e estatística	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Estatística Razões e proporções Porcentagem Gráficos de funções e de relações	Análise combinatória: princípio fundamental da contagem, arranjos, combinações e permutações Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume de massa e de capacidade
Histologia	Biologia experimental Histologia	--	--	Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Porcentagem
Microbiologia	Microbiologia Microbiologia experimental	--	Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade	Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade

Evolução	Evolução Biologia geral	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Estatística Gráficos de funções e de relações	Equações e funções do segundo grau Probabilidades Derivadas de funções de uma variável	Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Cálculos algébricos Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Forma científica de representar números Razões e proporções Porcentagem
Embriologia	Biologia do desenvolvimento	--	--	Porcentagem
Fisiologia	Fisiologia comparada animal	Gráficos de funções e de relações	Logaritmos Forma científica de representar números Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Razões e proporções Porcentagem

Fonte: produzido pelo autor (2021).

Conforme se verifica no quadro 12, que versa sobre o grupo Biologia celular, molecular e evolução, enquanto que, no estudo realizado por Mattiazzo-Cardia (2003), são apresentados 6 componentes: 1) Genética, 2) Histologia, 3) Microbiologia; 4) Evolução; 5) Embriologia e 6) Fisiologia, na LCN/BIO/GTA, estão divididos em 11 componentes curriculares, que possuem relação com o grupo descrito pela pesquisadora, quais sejam: 1) Genética I; 2) Genética II; 3) Biologia celular; 4) Biologia experimental; 5) Histologia; 6) Microbiologia; 7) Microbiologia experimental; 8) Evolução; 9) Biologia geral; 10) Biologia do desenvolvimento e 11) Fisiologia animal comparada.

Dentre os seis grupos estudados por Mattiazzo-Cardia (2003), os conteúdos matemáticos considerados indispensáveis no grupo de componentes que envolvem a Genética I e II e Biologia celular são probabilidade e estatística. Ademais, são indispensáveis, de acordo com a autora, os conteúdos matemáticos de tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas; estatística; gráficos de funções e de relações, no que se refere aos grupos que envolvem os componentes Evolução e Biologia geral. Por fim, no grupo do componente de Fisiologia Animal Comparada, tem-se, como conteúdos indispensáveis, os gráficos de funções e de relações.

Já com relação aos conteúdos matemáticos considerados necessários, nos seis componentes supracitados, tem-se os seguintes conteúdos: tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas; estatística; razões e proporções; porcentagem; gráficos de funções e de relações; medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade; equações e funções do segundo grau; probabilidades; derivadas de funções de uma variável; logaritmos e forma científica de representar números.

Assim, comparando os conteúdos apontados por Mattiazzo-Cardia (2003) tanto necessários quanto indispensáveis que estão ausentes nos componentes curriculares do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/GTA), tem-se: análise combinatória: princípio fundamental da contagem, arranjos, combinações e permutações; cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora; cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração; sistemas de medidas de comprimento, de

área, de volume de massa e de capacidade; medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade; porcentagem; cálculos numéricos envolvendo operações com números reais; cálculos algébricos; forma científica de representar números e razões e proporções.

Assim, a título de exemplificação, dentre os componentes curriculares da LCN/BIO/GTA sinalizados no quadro 12, tem-se o componente Biologia Celular, que possui a seguinte ementa:

Células procariontes e eucariontes. Constituição química da célula. Aspectos morfofisiológicos dos componentes celulares: membranas e organelas. Sinalização celular e apoptose. Ciclo celular: mitose e meiose. Processos de controle do ciclo celular. (IFMT, 2017b, p. 88).

Nesse item, é possível aferir que os conteúdos matemáticos contribuem para uma melhor apreensão dos conteúdos estudados nesse componente, uma vez que são essenciais para descrever o processo que envolve a constituição química da célula, qual é o percentual dos componentes na estrutura celular e para se saber qual estrutura celular resulta da combinação de moléculas organizadas em uma ordem muito precisa.

Os componentes químicos da célula são classificados em inorgânicos (água e minerais) e orgânicos (ácidos nucleicos, carboidratos, lipídeos e proteínas). Desse total, 75% a 85% correspondem à água; 2% a 3% trata-se de sais inorgânicos e o restante são compostos orgânicos que representam as moléculas da vida<sup>8</sup>, sendo esse fenômeno transcrito por meio de cálculos percentuais simples ou mais avançados.

No quadro 13, a seguir, são apresentados os principais elementos quanto ao grupo de conteúdos curriculares da Diversidade biológica:

---

<sup>8</sup> Disponível em: <https://www.enemvirtual.com.br/vestibular/biologia/composicao-quimica-das-celulas/>. Acesso em: 10 jul. 2021.

Quadro 13 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários evidenciados nos componentes curriculares de Diversidade biológica – LCN/BIO/GTA

<b>Grupo de componentes curriculares (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)</b>	<b>Componentes curriculares da LCN/BIO/GTA</b>	<b>Conteúdos matemáticos indispensáveis (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) previstos para LCN/BIO/GTA</b>	<b>Conteúdos matemáticos necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) previstos para LCN/BIO/GTA</b>	<b>Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) que estão ausentes no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT (LCN/BIO/GTA)</b>
Zoologia	Zoologia I Zoologia II	--	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Gráficos de funções e de relações	Sistema de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Porcentagem
Botânica	Botânica I Botânica II	--	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Gráficos de funções e de relações	Sistema de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade

Fonte: produzido pelo autor (2021).

Para o grupo Diversidade biológica, no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/GTA), existem dois grupos de componentes curriculares — Zoologia e Botânica —, divididos em quatro componentes: Zoologia I, Zoologia II, Botânica I e Botânica II. Nesses componentes, não são encontrados conteúdos matemáticos indispensáveis, porém são apresentados, nos dois grupos, os seguintes conteúdos considerados necessários: tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas e gráficos de funções e de relações.

Quando considerados os conteúdos matemáticos tidos como indispensáveis e necessários que estão ausentes no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/GTA), são apontados: sistema de medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade e porcentagem. Dentre os componentes curriculares que integram o grupo Diversidade biológica, tem-se o componente Zoologia II, que possui a seguinte ementa:

Ecologia, morfologia, fisiologia, sistemática e filogenia do Filo Chaetognatha e dos Protocordados: Filo Hemichordata e Subfilos Urochordata e Cephalochordata. Origem e evolução dos vertebrados. Ecologia, morfologia, fisiologia, sistemática e filogenia do Subfilo Vertebrata (Chondrichthyes, Osteichthyes, Amphibia, Reptilia, Aves e Mammalia). (IFMT, 2017b, p. 97).

Para que o discente possa compreender a classificação dos seres vivos, por exemplo, necessário se faz utilizar dos saberes inseridos nos conteúdos matemáticos dos gráficos de funções e de relações e tabelas. Assim, no caso do estudo da sistemática e filogenia do Subfilo Vertebrata, que organiza, por meio de tabela, a sua classificação zoológica, considerando os caracteres morfológicos e fisiológicos que abrangem os mais importantes níveis de classificação zoológica: filo, classe, ordem, família, gênero e espécie, a sua compreensão se torna mais fácil devido ao uso do conhecimento advindo de conteúdos matemáticos.

Na morfologia, podemos exemplificar como o crescimento de uma concha é claramente contínuo, remetido por uma espiral logarítmica, “curva que forma, com todas as retas situadas no seu plano e passando por um ponto fixo deste plano, um ângulo constante” (MATTIAZZO-CARDIA, 2003, p. 81), cujo conteúdo matemático gráficos e funções permite transcrever esse fenômeno natural. No quadro seguinte (14), são apresentados os principais elementos referente ao componente curricular que integra o grupo de conteúdos curriculares de Ecologia:

Quadro 14 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários evidenciados nos conteúdos curriculares de Ecologia – LCN/BIO/GTA

<b>Grupo de componentes curriculares (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)</b>	<b>Componentes curriculares da LCN/BIO/GTA</b>	<b>Conteúdos matemáticos indispensáveis (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) previstos para LCN/BIO/GTA</b>	<b>Conteúdos matemáticos necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) previstos para LCN/BIO/GTA</b>	<b>Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) que estão ausentes no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT (LCN/BIO/GTA)</b>
Ecologia	Ecologia Geral	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Gráficos de funções e de relações	Equações exponenciais Funções exponenciais Funções logarítmicas Logaritmos Derivadas de funções de uma variável	Cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora Cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração Sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume de massa e de capacidade Forma científica de representar números e técnicas de arredondamento Razões e proporções Porcentagem

Fonte: produzido pelo autor (2021).

No grupo Ecologia, do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/GTA), apresenta-se o componente curricular de Ecologia Geral. Com relação aos conteúdos matemáticos considerados indispensáveis desse componente, foram observados os seguintes conteúdos: tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas e gráficos de funções e de relações. Já no que se refere aos conteúdos matemáticos considerados necessários, o componente curricular em questão apresenta: equações exponenciais; funções exponenciais; funções logarítmicas; logaritmos e derivadas de funções de uma variável.

Diante disso, ao comparar os conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários propostos no estudo desenvolvido por Mattiazzo-Cardia (2003) e que ausentes no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/GTA), chega-se à seguinte lista de conteúdos: cálculos numéricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação de qualquer tipo de número real, sem calculadora e com calculadora; cálculos algébricos envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação de monômios e polinômios, inclusive produtos notáveis e fatoração; sistemas de medidas de comprimento, de área, de volume de massa e de capacidade; forma científica de representar números e técnicas de arredondamento; razões e proporções e porcentagem.

Dentre os componentes curriculares ofertados no curso e que integram o grupo Ecologia, citamos o componente curricular também denominado de Ecologia, cuja ementa é a seguinte:

Ecologia como ciência. Ecossistemas: componentes abióticos, fluxo de energia, ciclos biogeoquímicos, produtividade. Biomas. Distribuição de populações. Crescimento e Regulação populacionais. Metapopulações. Interações populacionais. Modelos de competição e predação. Natureza e estrutura das comunidades. Efeito das interações populacionais sobre a comunidade. Redes tróficas e regulação de comunidades. Medidas e Padrões da biodiversidade. Sucessão. Estabilidade. Biologia da conservação: ameaças a biodiversidade, estratégias de conservação, ecologia de restauração, áreas protegidas, uso econômico e tradicional, manejo. Problemas aplicados à conservação. (IFMT, 2017b, p. 107).



Nesse grupo, destaca-se que os conteúdos matemáticos, como é o caso dos tratamentos estatísticos de dados, possibilitam a compreensão dos conteúdos da Ecologia, dentre os quais o referente ao ‘efeito das interações populacionais sobre a comunidade’, assim, tem-se, no fenômeno chamado de liberação ecológica, o uso de tratamento estatístico para a construção de tabela de frequência, cálculos e medidas de dispersão, que possibilita a compreensão das interações competitivas entre as espécies da comunidade estudada.

Desse modo, Mattiazzo-Cardia (2003) afirma que, por ser a Ecologia uma ciência de análise, a sua relação com a Matemática mostra-se ainda mais acentuada. Para tanto, ela apresenta a conceituação de Odum (1988, p. 5) sobre “modelo”, posto que o autor assim afirma: “considerar-se-ia como modelo biologicamente útil uma formulação matemática que imita as mudanças numéricas numa população de insetos e prediz o número de indivíduos em um dado momento.”

No quadro 15, a seguir, são apresentados os principais elementos que integram os componentes curriculares do grupo de conteúdos curriculares de Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra:

Quadro 15 – Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários evidenciados nos conteúdos curriculares de Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra – LCN/BIO/GTA

Grupo de componentes curriculares (MATTIAZZO-CARDIA, 2003)	Componentes curriculares da LCN/BIO/GTA	Conteúdos matemáticos indispensáveis (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) previstos para LCN/BIO/GTA	Conteúdos matemáticos necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) previstos para LCN/BIO/GTA	Conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários (MATTIAZZO-CARDIA, 2003) que estão ausentes no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT (LCN/BIO/GTA)
Química	Química geral Química verde Química dos alimentos Química experimental Bioquímica	Gráficos de funções e de relações	Logaritmos Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	Forma científica de representar números Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Geometria espacial: poliedros e esferas Razões e proporções Porcentagem
Física	Física geral I Física experimental I Física geral II Química orgânica Física experimental II Biofísica Astronomia	Funções trigonométricas Gráficos de funções e de relações	Funções do primeiro grau Funções do segundo grau Funções exponenciais Logaritmos Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas Derivadas de funções de uma variável Integrais de funções de uma variável	Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Cálculos algébricos Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Forma científica de representar números Geometria plana: ângulos, polígonos, circunferências e círculos

				Razões e proporções Porcentagem
Geologia	Biogeografia	Tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas	Gráficos de funções e de relações	Cálculos numéricos envolvendo operações com números reais Medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade Porcentagem

Fonte: produzido pelo autor (2021).

Conforme se verifica no quadro 15, que versa sobre o grupo Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra, enquanto que, no estudo realizado por Mattiazzo-Cardia (2003), são apresentados 3 componentes: 1) Química; 2) Física e 3) Geologia, no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/GTA), tem-se 13 componentes curriculares, que possuem relação com o grupo descrito pela pesquisadora, quais sejam: 1) Química geral; 2) Química verde; 3) Química dos alimentos; 4) Química experimental; 5) Bioquímica, 6) Física geral I; 7) Física experimental I; 8) Física geral II; 9) Química orgânica; 10) Física experimental II; 11) Biofísica; 12) Astronomia e 13) Biogeografia.

Ao comparar os conteúdos matemáticos considerados indispensáveis e necessários por Mattiazzo-Cardia (2003) que estão ausentes no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia (LCN/BIO/GTA), identificou-se: forma científica de representar números; cálculos numéricos envolvendo operações com números reais; medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade; geometria espacial: poliedros e esferas; razões e proporções; porcentagem; cálculos numéricos envolvendo operações com números reais; cálculos algébricos; medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade; forma científica de representar números e geometria plana: ângulos, polígonos, circunferências e círculos.

Ao verificarmos, por exemplo, a ementa do componente curricular de Química Geral, do PPC da LCN/BIO/GTA, verifica-se que os conteúdos ali apresentados fazem correlação com conteúdos matemáticos que são indispensáveis e/ou necessários para sua compreensão, tais como: gráficos de funções e de relações; logaritmos; tratamento estatístico de dados: gráficos e tabelas etc.:

Introdução à Química, Estequiometria (Aritmética Química), Estrutura Atômica, Tabela Periódica, Ligações Químicas, Funções inorgânicas, Reações Químicas, Propriedades das Soluções. (IFMT, 2017b, p. 64).

Tomando, como exemplo, o fenômeno relacionado com funções inorgânicas, temos a escala de pH (potencial hidrogênio ou potencial de hidrogênio iônico). A partir do valor, é possível determinar o grau de acidez ou basicidade de uma solução. O cálculo do pH de uma solução é  $-\log([H^+])$ , sendo que  $[H^+]$  representa a concentração

de íons que  $H^+$  em solução. Assim, podemos mostrar uma contribuição do conteúdo matemático logaritmo na compreensão do fenômeno ligado ao pH das substâncias.

Com a análise realizada, foi possível perceber quais são os conteúdos matemáticos previstos no PPC do curso e os que mais colaboram com a compreensão de processos e fenômenos científicos e biológicos correlacionados com os componentes curriculares dos grupos, no entanto, é possível verificar que existem conteúdos matemáticos previstos no curso que não possuem significância e utilização mais específica para compreensão dos fenômenos estudados, evidenciando a necessidade de atualização do PPC do curso.

Assim, da verificação dos conteúdos que abordam os conteúdos matemáticos descritos nos quadros anteriores, evidenciou-se, ainda mais, a relação existente entre as áreas dos componentes curriculares abordados, a partir das suas ementas nos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia, e os saberes matemáticos apontados como importantes para a compreensão desses conteúdos, o que permitiu identificar quais conteúdos são considerados mais adequados para serem desenvolvidos em aulas de Matemática para estudantes de Ciências Biológicas, com o propósito de facilitar a compreensão de processos e de fenômenos biológicos.

Também foi possível identificar aqueles conteúdos ainda não contemplados que se mostram importantes sob a perspectiva docente, tais como: análise combinatória: princípio fundamental da contagem, arranjos, combinações e permutações; medidas de comprimento, de área, de volume, de massa e de capacidade; geometria plana: ângulos, polígonos, circunferências e círculos; cálculos numéricos envolvendo operações com números reais e geometria espacial: poliedros e esferas.

Diante do exposto, quanto ao curso ofertado pelo campus de Guarantã do Norte (LCN/BIO/GTA), verifica-se que, a partir da análise das informações constantes quanto aos conteúdos matemáticos indispensáveis e necessários, as informações, até aqui apresentadas, ratificam o nosso entendimento de que a inserção de conteúdos indispensáveis promove um melhor processo de formação do educando. Exemplo disso é a inclusão dos componentes curriculares Estatística e Álgebra Linear, cujas ementas apresentam um conteúdo essencial para o desenvolvimento de

componentes curriculares das áreas das Ciências Biológicas, auxiliando no processo de interpretação e aquisição de novos saberes pertinentes aos fenômenos biológicos.

No entanto, os resultados obtidos, ainda que tenham registrado a presença de conteúdos matemáticos nos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia dos dois campos analisados, apontam que eles se enquadram, a partir da classificação feita por Mattiazzo-Cardia (2003), como necessários ao desenvolvimento dos componentes curriculares e, com isso, indica a existência de uma lacuna quanto àqueles considerados como indispensáveis ao bom desenvolvimento dos cursos.

A exemplo disso, apresenta-se, a seguir, o indicativo dos processos e/ou dos fenômenos pelo qual se entende que os conteúdos matemáticos são indispensáveis e/ou necessários para o desenvolvimento do conteúdo, destacando aqueles que se mostraram diferenciados.

Assim, considerando os componentes propostos por Mattiazzo-Cardia (2003) e aqueles que encontramos no PPC da LCN/BIO/GTA, sugere-se a inserção de matérias que componham os conteúdos matemáticos, tais como: 1) a análise combinatória, sendo aprofundados o princípio fundamental da contagem, arranjos, combinações e permutações; 2) medidas de comprimento, área, volume, massa e capacidade; 3) geometria plana, incluindo ângulos, polígonos, circunferências e círculos; 4) cálculos numéricos envolvendo operações com números reais e, por fim, 5) geometria espacial, poliedros e esferas.

Já quanto aos outros conhecimentos apontados como indispensáveis e necessários, conforme apontados por Mattiazzo-Cardia (2003), ao serem comparados com o PPC da LCN/BIO/GTA, estes já foram inseridos.

Dessa forma, sugere-se, então, que a LCN/BIO/GTA, ao introduzir os componentes expostos acima, capacitará seus alunos para o desenvolvimento dos conteúdos matemáticos necessários para uma plena compreensão e um pleno desenvolvimento dos demais componentes que compõem o curso.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme foi mencionado anteriormente, os dados aqui apresentados representam uma análise inicial produzida em uma pesquisa que visa compreender o lugar dos conteúdos matemáticos em cursos de licenciatura que formam professores de Biologia. A partir desse olhar inicial, foi possível compreender qual é o objetivo dos cursos investigados, as características dos profissionais que pretendem formar e de que forma se pensou a organização curricular desses cursos.

Quanto aos objetivos, foi possível observar que as licenciaturas investigadas buscam formar professores de Ciências e Biologia que sejam capazes de promover uma ressignificação no modo de ensinar os conteúdos científicos. Nesse segmento, por meio da interdisciplinaridade e da contextualização, essas licenciaturas esperam que seus egressos sejam capazes de aliar os conhecimentos científicos ao cotidiano dos alunos, de modo que o conhecimento aprendido na escola encontre lugar e utilidade na sua formação enquanto cidadão.

Quanto ao perfil do egresso, ambas as licenciaturas têm por objetivo formar professores que irão lecionar Ciências no ensino fundamental e Biologia no ensino médio. Apenas a LCN/BIO/GTA cita a possibilidade de que seus licenciados possam desenvolver atividades típicas de bacharéis em Biologia. No entanto, condicionam essa possibilidade à necessidade de complementação da formação. Todavia, entendemos que tal concessão pode ser temerária, visto que o licenciando, ao longo desse curso, pode ter dificuldades em construir a sua identidade docente.

Quanto à organização curricular, as duas licenciaturas organizam seus currículos de modo a separar a formação do professor de Ciências e do professor de Biologia. Na primeira metade desses cursos (1° a 4° semestre), são ofertados componentes curriculares voltados à preparação do licenciando para lecionar Ciências no ensino fundamental. Por sua vez, na metade final dos cursos (5° a 8° semestres), são ofertados componentes curriculares que deverão preparar o licenciando para ensinar Biologia no ensino médio. É importante dizer que a prática adotada para a organização do currículo dessas licenciaturas apresenta muitas semelhanças com a licenciaturas científicas instituídas na década de 1970.

Diante desse cenário, deve-se buscar a quebra do paradigma do ensino fragmentado, de forma a promover práticas pedagógicas em que o ensino se dê por

meio de articulações entre temas de áreas distintas. Isso implica afirmar que referida articulação de saberes deve ser tratada como uma possibilidade de fazer convergir temas e metodologias de áreas distintas, que, no presente caso, refere-se à Matemática e à Biologia. Tal prática deve, ainda, ser pautada na análise quanto à efetiva viabilidade de contribuição de cada conteúdo para fins de adequar as práticas propostas aos objetivos próprios de cada área.

Depreende-se, pois, dos estudos realizados, que a religação de saberes proposta não tem, por si só, a propriedade de solucionar ou garantir a resolução dos problemas de ensino e aprendizagem como um todo, no entanto, se mostra essencial para a contextualização e a interação de temas, coadunando, assim, com as concepções da Teoria de Complexidade abordada na pesquisa, que norteou os estudos, no sentido de promover um (re)pensar a educação, em que a articulação seja utilizada em favor de um conhecimento multidimensional.

Diante disso, com esta pesquisa, foi possível alcançar informações a partir da análise documental, em que se efetuou um recorte sobre o perfil das licenciaturas dos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT, especificamente das unidades de São Vicente e Guarantã do Norte, localizadas no interior do estado de Mato Grosso, que resultaram nas seguintes evidências:

- 1) A Matemática é elemento obrigatório aos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia, conforme se infere dos componentes curriculares Introdução ao Cálculo e Matemática aplicada às Ciências.
- 2) Existe, ainda, uma matéria optativa, complementar ao curso em questão, da área matemática: Estatística experimental.
- 3) Vários são os conteúdos matemáticos indispensáveis, necessários e circunstanciais para o desenvolvimento de outros componentes curriculares ministrados no curso, sejam eles correlatos à Biologia, à Física ou à Química, uma vez que a Matemática é ferramenta indispensável tanto para a continuidade quanto para o avanço científico e tecnológico.
- 4) Da análise efetuada, é possível extrair uma relação de conteúdos indispensáveis para os componentes curriculares de cunho matemático a serem ministrados nos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza com



Habilitação em Biologia do IFMT.

- 5) Diante da impossibilidade de realizar a observação participante e as entrevistas com professores e alunos em face da situação pandêmica (covid-19), supõe-se que os conteúdos aqui apontados podem não corresponder à realidade, todavia, mostram-se suficientes como indicativo quanto aos conteúdos a serem abordados que possam auxiliar no processo de compreensão dos processos e/ou fenômenos biológicos que integram o currículo dos alunos dos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia do IFMT.
- 6) A Matemática se mostra essencial para o desenvolvimento dos conteúdos de Biologia (dentre outros) levando à necessidade de que a formação docente busque criar condições que permita a ligação desses saberes e produzam um processo de ensino significativo e contextualizado.

Nesse sentido, resta evidenciada a articulação dos saberes da Matemática para o desenvolvimento dos conhecimentos inerentes aos cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia, uma vez que vários são os casos em que são utilizados os modelos matemáticos como recursos para interpretação dos fenômenos científicos e biológicos, sejam eles estatísticos, de resolução de problemas ou, ainda, para apresentação gráfica dos resultados, mostrando que, ao tecer o novo saber conjuntamente — Matemática e Biologia —, conforme ensina Morin (2002a), esse conhecimento se apresentará contextualizado, porém singular, concreto e significativo.

Assim, a partir dos temas articuladores encontrados e representados no capítulo sobre *Os conteúdos matemáticos nos cursos LCN/BIO*, foi possível destacar a relação entre os temas da Biologia e da Matemática, evidenciando a aproximação e a articulação dos saberes matemáticos com os componentes curriculares oriundos da área de Ciências da Natureza, como forma de auxiliar na descrição de fenômenos, apresentação de resultados de pesquisa e resolução de problemas, aproximando, assim, essas duas ciências, para além de suas particularidades, potencializando a utilização de recursos essenciais da Matemática para a compreensão da ciência.

No entanto, não basta apenas aos DCNs, PPCs e gestão escolar compreenderem a necessidade de articulação entre os saberes, mas, sim, promover

práticas de formação docente que levem o profissional a estabelecer, em sua preparação pedagógica, técnicas e recursos que permitam definir e articular os temas a serem abordados em sala de aula, não só gerando uma integração entre os saberes mas promovendo uma prática de ensino que possibilite facilitar ao educando a produção de significados e a efetiva compreensão do conteúdo, fazendo do processo de ensino e aprendizagem algo significativo e prazeroso.

Com isso, este estudo permitiu não só demonstrar a articulação existente entre os saberes matemáticos e as ciências biológicas como perpassou pela quebra de paradigmas quanto à utilização dos fundamentos científicos de forma isolada e/ou fragmentada, evidenciando que a articulação permite, para além de uma prática pedagógica mais eficiente em sala de aula, promover o rompimento com a fragmentação dos saberes e levar a uma educação integradora e articulada que possa ser concebida e aplicada no dia a dia, ampliando o campo do conhecimento a partir das relações que se estabelecem nas diferentes áreas dos saberes.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. de; CARVALHO, E.A. (orgs.). **Edgar Morin. Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios**. Tradução: Edgar de Assis Carvalho. São Paulo: Cortez, 2002.

ALVES, M. C.; SEMINOTTI, N. O pequeno Grupo e o Paradigma da Complexidade em Edgar Morin. **Psicologia USP**. São Paulo/SP: USO-IP, v. 17, n. 2, p. 113- 133. 2006.

ANDRÉ, M. E. D. A. **A produção acadêmica sobre formação de professores: um estudo comparativo das dissertações e teses defendidas nos anos 1990 a 2000**. 2009. Disponível em: <http://formacaodocente.autenticaeditora.com.br/artigo/exibir/1/7/1>. Acesso em: 12 jul. 2020.

ARAÚJO, W. S. de. **Das Escolas Técnicas Federais aos Institutos Federais: a licenciatura em Física no campus Goiânia do IFG**. [s.l.] Universidade Federal de Goiás, 2016.

ASSIS, R. M. de. A educação brasileira durante o período militar: a escolarização dos 7 aos 14 anos. **Educação em Perspectiva**, v. 3, n. 2, p. 320–339, 2012.

BDTD. **Banco Digital de Teses e Dissertações**. Disponível em: <http://bdttd.ibict.br/>. Acesso em: 17 nov. 2018.

BANCO DE TESES USP. **Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP**. Disponível em: <http://www.theses.usp.br/>. Acesso em: 20 jul. 2020.

BARALDI, I. M. **Matemática na escola: que ciência é esta?** Bauru, SP: EDUSC, 1999.

BASSANEZI, R. Modelagem Matemática. **Dynamis FURB**, v. 1, p. 55-83, 1994.

BELLINI, M. Epistemologia da Biologia: para se pensar a iniciação ao ensino das Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 88, n. 218, p. 30-47. 2007.

BRASIL. **Decreto n.º 7.566**, de 23 de setembro de 1909. Crêa nas capitães dos Estados da República Escolas de Aprendizes Artífices, para o ensino profissional primário e gratuito. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1900-1909/decreto-7566-23-setembro-1909-525411-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 20 jan. 2019.

BRASIL. **Resolução CNE/CES n.º 07**, de 11 de março de 2002. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas. MEC/CNE. 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES07-2002.pdf>. Acesso em: 12 maio 2020.

BRASIL. **Lei n.º 11.892**, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Imprensa Nacional. Disponível em: [http://www.porto.ifto.edu.br:8082/documentos/doc\\_oficiais/Lei\\_11892.doc\\_INSTITUTOS\\_FEDERAIS.pdf](http://www.porto.ifto.edu.br:8082/documentos/doc_oficiais/Lei_11892.doc_INSTITUTOS_FEDERAIS.pdf). Acesso em: 11 abr. 2019.

BRASIL. **Linha do tempo**: rede federal de educação profissional e tecnológica. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2009.

BRASIL. **Resolução CNE/CES n.º 02**, de 1º de julho de 2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>. Acesso em: 12 maio 2021.

BRASIL. **Resolução CNE n.º 02**, de 20 de dezembro de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). 2019. Disponível em: [https://www.cenpec.org.br/wp-content/uploads/2020/01/pcp022\\_19.pdf](https://www.cenpec.org.br/wp-content/uploads/2020/01/pcp022_19.pdf). Acesso em: 3 maio 2020.

BUNGE, M. **Teoria e Realidade**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1974.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. de; PRAIA, J.; VILCHES, A. (orgs.) **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CALDEIRA, A. M. A.; ARAÚJO, E. S. N. N. (orgs.). **Introdução à Didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2009.

CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2011.

CAVALCANTI, A. D. S. Olhares epistemológicos e a pesquisa educacional na formação de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 40, n. 4, p. 983–998. 2014.

COTRAN, R. S.; KUMAR, V.; COLLINS, T. **Robbins patologia estrutural e funcional**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

CRESWELL, J. W. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

CURVELLO, J. J.; SCROFERNEKER, C. M. A. A comunicação e as organizações como sistemas complexos: uma análise a partir das perspectivas de Niklas Luhmann e Edgar Morin. E-Compós: **Revista da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação**, Brasília, v. 11, n. 3, set./dez. 2008.

DAVIS, P. J.; HERSH, R. **O sonho de Descartes**. O mundo de acordo com a matemática. Tradução: Mario C. Moura. 2. ed. Rio de Janeiro: F. Alves, 1998.

FAZENDA, I. C. A. **Didática e Interdisciplinaridade**. 13. ed. Campinas, SP: Papirus, 2008.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: Efetividade ou Ideologia**. 6. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011.

FERNANDES, S. F. P. **A formação de professores de Ciências Biológicas e a educação inclusiva: uma interface da formação inicial e continuada**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

FLACH, Â. **Formação de professores nos institutos federais: Estudo sobre a implantação de um curso de licenciatura em um contexto de transição institucional**. [s.l.] Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 28 ago. 2014.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2004

FONSECA, J. J. S da. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e Problemas. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, out.-dez. 2010.

GIL, A. C. **Didática do Ensino Superior**. São Paulo: Atlas, 2012.

HULL, D. L. **Filosofia da Ciência biológica**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.

IFMT. **Projeto Pedagógico Curso de Graduação Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia – São Vicente-MT. 2017a**. Disponível em: [http://svc.ifmt.edu.br/media/filer\\_public/d9/48/d9482aa3-1b48-4be0-b673-3edafe8027e4/ppc\\_-\\_licenciatura\\_ciencias\\_hab\\_biologia\\_2.pdf](http://svc.ifmt.edu.br/media/filer_public/d9/48/d9482aa3-1b48-4be0-b673-3edafe8027e4/ppc_-_licenciatura_ciencias_hab_biologia_2.pdf). Acesso em: 14 maio 2020.

IFMT. **Projeto Pedagógico Curso de Graduação Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Biologia – Guarantã do Norte-MT. 2017b**. Disponível em: [http://gta.ifmt.edu.br/media/filer\\_public/a9/62/a9627be0-095f-4b0c-a283-a4ff88eaaeff/ppc-biologia\\_versao\\_aprovada\\_2019\\_-\\_assinado.pdf](http://gta.ifmt.edu.br/media/filer_public/a9/62/a9627be0-095f-4b0c-a283-a4ff88eaaeff/ppc-biologia_versao_aprovada_2019_-_assinado.pdf). Acesso em: 14 maio 2020.

IFMT. **Plano de desenvolvimento Institucional do IFMT (2019-2023)**. Cuiabá, 2019. Disponível em: [http://ifmt.edu.br/media/filer\\_public/5b/27/5b27325f-055b-4e63-8cb3-e2490c90302c/pdi\\_2019\\_v01.pdf](http://ifmt.edu.br/media/filer_public/5b/27/5b27325f-055b-4e63-8cb3-e2490c90302c/pdi_2019_v01.pdf). Acesso em: 14 maio 2020.

JAPIASSU, H. **Pedagogia da incerteza**. Rio de Janeiro: Imago, 1983.

KUNZE, N. C. O surgimento da rede federal de educação profissional nos primórdios do regime republicano brasileiro. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 2, n. 2, p. 8–24. 29 jul. 2009.

LEVY, L. F.; SANTOS, A. O. do E. Complexidade e Modelagem Matemática no

processo de ensino-aprendizagem. **Traços**, Belém, PA, v. 12, n. 25, p. 131-148, jun. 2010.

LOPES, S. G. B. C. **Bio**: volume único. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Teorias de Currículo**. 1. ed. Rio de Janeiro: Cortez Editora, 2011.

MACEDO, R. S. **Currículo**: campo, conceito e pesquisa. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2008.

MARICATO, F. E. **A (re)construção coletiva do conceito de interação biológica**: contribuição para a epistemologia da biologia e a formação de pesquisadores e professores. 2012. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

MARICONDA, P. R.; LACEY, H. Galileu e a ciência moderna. **Caderno de ciências humanas-especiaris**, São Paulo, v. 9, n. 16, p. 267-292. 2006.

MARQUES, A. A.; INÁCIO FILHO, G. Um marco para a história educacional mato-grossense: A Criação do Aprendizado Agrícola Gustavo Dutra. **Itinerarius Reflectionis**, v. 13, n. 1, p. 1–19. 28 mar. 2017.

MARTINEZ, F. W. Relações de poder, hierarquias e prestígio: Licenciatura em Ciências Biológicas. XIV EDUCERE. **Anais...** Curitiba: PUC-PR, 2015. Disponível em: [https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17368\\_7570.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17368_7570.pdf). Acesso em: 12 maio 2020.

MATTIAZZO-CARDIA, E. **O ensino de Matemática nos cursos de Ciências Biológicas**: uma proposta de conteúdos adequados. Mestrado (Educação para Ciências). Universidade Estadual Paulista. Bauru, SP, 2003.

MEGLHIORATTI, F. A.; ANDRADE, M. A. B. S.; BRANDO, F. R.; CALDEIRA, A. M. A. A compreensão de sistemas biológicos a partir de uma abordagem hierárquica: contribuições para a formação de pesquisadores. **Filosofia e História da Biologia**, v. 3, p. 119-138. 2008.

MONOD, J. **O Acaso e a Necessidade**. Rio de Janeiro: Vozes, 1976.

MORIN, E. A noção de sujeito. In: SCHNITMAN, D. F. (Org.). **Novos paradigmas, cultura e subjetividade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. P. 45-58.

MORIN, E.; LE MOIGNE, J-L. **A inteligência da Complexidade**. São Paulo: Peirópolis, 2000.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002a.

MORIN, E. **O método**. Porto Alegre: Sulina, 2002b.

MORIN, E. **A Religação dos Saberes**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002c.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Rio de

Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Editora Cortez, 2011.

NASCIMENTO, T. R. A criação das licenciaturas curtas no Brasil. **Revista HISTEDBR On-line**, n. 45, p. 340–346. 2012.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1988.

PANSARDI, M. V. Um estranho no ninho: a formação de professores em sociologia nos Institutos Federais. **Revista Inter-Legere**, v. 1, n. 13, p. 235–249. 2013.

PEREIRA, A. F.; MEDEIROS, E. P. de; SILVA, M. G. da; SILVA, V. F. da; JÓFILI, Z. M. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. dos A. **Articulação entre Biologia e Matemática: uma abordagem fundamentada nas provas do Enem**. 2011. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1075-5.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2020.

PERIÓDICO CAPES. **Portal de Periódicos CAPES/MEC**. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 21 jul. 2020.

PERRENOUD, P.; THURLER, M. G.; MACEDO, L. de; MACHADO, N. J.; ALLESSANDRINI, C. D. **As competências para ensinar no século XXI: A formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PIERSON, A. H. C.; NEVES, M. R. Interdisciplinaridade na formação de professores de Ciências: conhecendo obstáculos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 2, p. 120–131. 2011.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 19, n. 1, p. 93-114. 2002.

PINHEIRO, N. A. M. Uma reflexão sobre a importância do conhecimento matemático para a ciência, para tecnologia e para sociedade. **Publicatio UEPG: Ciências Humanas, Linguística, Letras e Artes**, v. 11, n. 1, p. 21-31. jun. 2003.

PONCHIROLI, O.; PONCHIROLI, M. **Métodos para a produção do conhecimento**. São Paulo: Editora Atlas, 2012.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. **As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação**. 2006. Disponível em: <http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/dialogo?dd1=237&dd99=view&dd98=pb>. Acesso em: 20 jul. 2020.

SAMPAIO, C. F.; SILVA, A. G. da. Uma introdução à biomatemática: a importância da transdisciplinaridade entre biologia e matemática. In: **VI Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade"**, 2012.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. Del P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. São Paulo: Cortez, 2004. (Trabalho

original publicado em 1987).

SCHNETZLER, R. P. Prática de ensino nas ciências naturais: desafios atuais e contribuições de pesquisa. In: ROSA, D. E. G.; SOUZA, V. C. DE (ORGS. (eds.). **Didática e práticas de ensino: interfaces com diferentes saberes e lugares formativos**. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2002. p. 205–222.

SILVA, C. R. M. da; GARNICA, A. V. M. Licenciaturas Curtas e a formação docente no Sul do Mato Grosso Uno. **Zetetike**, v. 26, n. 2, p. 282–298. 2018.

SILVA JÚNIOR, G. B. da. **Biologia e matemática: diálogos possíveis no ensino médio**. [s.l.] PUC/MG, 2008.

SILVA JÚNIOR, G. B.; GAZIRE, E. S. Ensino de Biologia e Matemática: possibilidades de influências mútuas. Artigo. **13º Conferência Interamericana de Educação Matemática, XIII CIAEM**. Recife. 2011. Disponível em: [http://cimm.ucr.ac.cr/ocs/index.php/xiii\\_ciaem/xiii\\_ciaem/paper/viewFile/701/930](http://cimm.ucr.ac.cr/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/701/930). Acesso em: 10 ago. 2020.

STERING, S. M. DOS S. A educação profissional em Mato Grosso na Era Vargas (1937-1945). **Educação e Fronteiras**, v. 8, n. 24, p. 46–55. 2018.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 8. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

TARDIF, M.; LESSARD, C.; LAHAYE, L. Os professores face ao saber – esboço de uma problemática do saber docente. **Teoria & Educação**, Porto Alegre, n. 4, 1991.

TAVONI, R. **Os modelos de crescimento populacional de Malthus e Verhulst - uma motivação para o ensino de logaritmos e exponenciais**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista, Campus Rio Claro. Rio Claro, SP, 2013.

TOMITA, N. Y. De História Natural a Ciências Biológicas. **Ciência e Cultura**, v. 42, n. 12, p. 1172–1177, 1990.

VIANNA, D. M. Olhando para a formação de professores de Física nos Centros Federais de Educação Tecnológica. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Anais...** Rio de Janeiro: SBF, 2005. Disponível em: [http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/\\_olhandoparaaformacaodepr.trabalho.pdf](http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_olhandoparaaformacaodepr.trabalho.pdf). Acesso em: 14 maio 2020.

VILELA, M. V. F. **A interdisciplinaridade e a abordagem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (ctsa), em três cursos de licenciatura em Ciências Naturais/da Natureza ofertadas por instituições sediadas na Amazônia**. 2018. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Mato Grosso/REAMEC. Cuiabá, MT, 2018.

VILICZINSKI, A. Aplicação da Biomatemática na abordagem dos tipos **sanguíneos dos estudantes da Escola de Ensino Médio Governador Celso Ramos**. 2017. 20f.



Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências e Tecnologia).  
Universidade Federal de Santa Catarina. Joinville, SC, 2017.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Produções relacionadas com a temática pesquisada – BDTD (2009–2019)

Quadro 16 – Produções relacionadas com a temática pesquisada – BDTD (2009–2019)

<b>Ano</b>	<b>Tipo de trabalho</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(a)</b>
2012	Dissertação	A formação de professores de ciências biológicas e a educação inclusiva: uma interface da formação inicial e continuada	Sandra de Freitas Paniago Fernandes
2016	Tese	Educação ambiental e direitos humanos na formação inicial de professores de ciências biológicas	Natália Tavares Rios Ramiarina
2015	Dissertação	A formação inicial de professores de ciências e biologia no campo da educação em saúde na escola: análise dos currículos de licenciatura em ciências biológicas da UFSC	Iasmine Pedroso
2013	Dissertação	Formação inicial do professor: caracterização de um curso de licenciatura em ciências biológicas com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais	Celso Aparecido Polinarski
2014	Tese	A formação inicial de professores de ciências e biologia: uma análise a partir da visão de licenciandos de uma universidade pública	Alexandra Marselha Siqueira Pitolli

Fonte: elaborado pelo autor a partir das buscas realizadas no banco de dados BDTD sobre o descritor 1 (2020).

**APÊNDICE B – Produções relacionadas com a temática pesquisada – Capes  
(2009–2019)**

Quadro 17 – Produções relacionadas com a temática pesquisada – Capes (2009–2019)

<b>Ano</b>	<b>Tipo de trabalho</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(a)</b>
2016	Dissertação	Educação Ambiental e Currículo: um olhar sobre a formação inicial de professores de Ciências e Biologia	Lilian Alves Schmitt
2017	Dissertação	Dificuldades pedagógicas na formação inicial de professores de Ciências e Biologia durante o estágio supervisionado	Patrícia do Nascimento
2014	Tese	A formação inicial de professores de ciências e biologia: uma análise a partir da visão de licenciandos de uma universidade pública	Alexandra Marselha Siqueira Pitolli
2014	Tese	Avaliação; Práticas como Componentes Curriculares; Prática Docente; Formação de professores de biologia; Universidade	
2015	Dissertação	A formação inicial de professores de Ciências e Biologia no campo da Educação em Saúde na escola: análise dos currículos de licenciatura em Ciências Biológicas da UFSC	Iasmine Pedroso
2013	Dissertação	Formação inicial do professor: caracterização de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais	Celso Aparecido Polinarski
2017	Tese	Os estudos Ciências, Tecnologia e Sociedade e a prática como componente curricular: Tensões, desafios e possibilidades na formação de professores nas Ciências Biológicas	Patrícia Caldeira Tolentino
2017	Dissertação	Prática como Componente Curricular – Definições legais e sua expressão na Formação Inicial do Professor de Ciências e Biologia	Aline Bona Omelczuk

Fonte: elaborado pelo autor a partir das buscas realizadas no banco de dados Capes sobre o descritor 1 (2020).