



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

THIAGO WESLEI DE ALMEIDA SOUSA

**O PERTENCIMENTO DOCENTE À CIÊNCIA QUE SE ENSINA -  
UMA ANÁLISE SOB A ÓPTICA EPISTEMOLÓGICA PRIGOGINIANA**

CAMPO GRANDE  
2023

THIAGO WESLEI DE ALMEIDA SOUSA

**O PERTENCIMENTO DOCENTE À CIÊNCIA QUE SE ENSINA -  
UMA ANÁLISE SOB A ÓPTICA EPISTEMOLÓGICA PRIGOGINIANA**

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como pré-requisito para a obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dario Xavier Pires, Dr.

Coorientador: Prof. Wellington Pereira de Queirós, Dr.

CAMPO GRANDE  
2023



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



### ATA DE DEFESA DE TESE

### PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

### DOUTORADO

Aos catorze dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e três, às treze horas e trinta minutos, na Videoconferência, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, reuniu-se a Banca Examinadora composta pelos membros: Dario Xavier Pires (UFMS), João José Caluzi (UNESP), Neusa Teresinha Massoni (UFRGS), Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG), Vera de Mattos Machado (UFMS) e Wellington Pereira de Queiros (UFMS), sob a presidência do primeiro, para julgar o trabalho do doutorando: **THIAGO WESLEI DE ALMEIDA SOUSA**, CPF 035.888.931-64, Área de concentração em Ensino de Ciências Naturais, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Curso de Doutorado, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, apresentado sob o título "**O PERTENCIMENTO DO PROFESSOR À CIÊNCIA QUE SE ENSINA - A PROPOSTA DE UM MODELO DE PERFIL PROFISSIONAL DOCENTE SOB A ÓPTICA EPISTEMOLÓGICA PRIGOGINIANA**" e orientação de Dario Xavier Pires. O presidente da Banca Examinadora declarou abertos os trabalhos e agradeceu a presença de todos os Membros. A seguir, concedeu a palavra ao aluno que expôs sua Tese. Terminada a exposição, os senhores membros da Banca Examinadora iniciaram as arguições. Terminadas as arguições, o presidente da Banca Examinadora fez suas considerações. A seguir, a Banca Examinadora reuniu-se para avaliação, e após, emitiu parecer expresso conforme segue:

#### EXAMINADOR:

- Dr. Dario Xavier Pires (Orientador / Membro Interno)
- Dr. Wellington Pereira de Queiros (Coorientador / Membro Interno)
- Dr. João José Caluzi (Membro Interno)
- Dra. Vera de Mattos Machado (Membro Interno)
- Dra. Neusa Teresinha Massoni (Membro Externo)
- Dra. Nyuara Araújo da Silva Mesquita (Membro Externo)
- Dr. Ademir de Souza Pereira (Suplente / Membro Interno)
- Dra. Adriana Marques de Oliveira (Suplente / Membro Externo)

**RESULTADO FINAL:**

	Aprovação	x	Aprovação com revisão		Reprovação
--	-----------	---	-----------------------	--	------------

**OBSERVAÇÕES:**

Nada mais havendo a ser tratado, o Presidente declarou a sessão encerrada e agradeceu a todos pela presença.

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Dario Xavier Pires, Professor do Magisterio Superior**, em 15/12/2023, às 07:42, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **NYUARA ARAÚJO DA SILVA MESQUITA, Usuário Externo**, em 15/12/2023, às 09:44, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Neusa Teresinha Massoni, Usuário Externo**, em 15/12/2023, às 12:16, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Joao José Caluzi, Usuário Externo**, em 15/12/2023, às 15:56, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Vera de Mattos Machado, Professora do Magistério Superior**, em 18/12/2023, às 17:46, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Weslei de Almeida Sousa, Técnico em Assuntos Educacionais**, em 20/12/2023, às 08:47, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Wellington Pereira de Queiros, Professor do Magisterio Superior**, em 21/12/2023, às 10:19, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufms.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 4523291 e o código CRC 83E97EC5.

## COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Referência: Processo nº 23104.036814/2023-14

SEI nº 4523291

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

Sousa, Thiago Weslei de Almeida

O pertencimento docente à ciência que se ensina - uma análise sob a óptica epistemológica prigoginiana.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Instituto de Física.

Orientador: Prof. Dario Xavier Pires, Dr.

Coorientador: Prof, Wellington Pereira de Queirós, Dr.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Unitermos: 1. Educação em Ciências; 2. Epistemologia; 3. Formação de Professores; 4. Modelos formativos docente; 5. Ilya Prigogine.

*À minha avó, Antônia Lima de Almeida.*

*À minha mãe, Maria de Almeida Maia da Silva.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à música, às políticas públicas educacionais, ao PPEC/UFMS, aos meus orientadores, à minha família, ao meu namorado, aos meus amigos e aos meus colegas de doutorado. Com muito carinho, gratidão e humildade, obrigado.

## RESUMO

SOUSA, T. W. A. **O PERTENCIMENTO DOCENTE À CIÊNCIA QUE SE ENSINA - UMA ANÁLISE SOB A ÓPTICA EPISTEMOLÓGICA PRIGOGINIANA**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2023.

Nesta pesquisa tivemos como objetivo defender a tese de que a categoria pertencimento à ciência, advinda do constructo epistemológico prigoginiano, deve ser considerada nas proposições feitas no campo da formação de professores da área de Educação em Ciências, pois a sua existência interfere diretamente no perfil profissional tomado pelo professor em seu fazer docente. Esta tese é composta por seis artigos. No primeiro artigo, *Possíveis contribuições de Ilya Prigogine para a consolidação de uma filosofia propriamente Química*, evidenciamos a utilização de Prigogine como referencial teórico no campo de Educação em Ciências. Este artigo faz parte da história desta tese e oportunizou o pesquisador a encontrar o problema de pesquisa atual. No segundo artigo, *Prazer, Prigogine!*, apresentamos as principais contribuições da epistemologia prigoginiana, assim como as principais críticas a essa postura, as potencialidades e as limitações. Este artigo compõe a pesquisa, pois a assimilação dos pressupostos teóricos de Prigogine se fez necessária para a compreensão assertiva de sua utilização durante o desenvolvimento da tese. O terceiro artigo, *Os pressupostos teóricos de Ilya Prigogine e a epistemologia crítica – um diálogo de convergências?*, mostra que Prigogine pode ser utilizado como um referencial teórico epistemológico de cunho progressista. Inserimos este artigo porque queríamos compreender se a concepção de pertencimento e de Educação adotadas pelos pesquisadores dialogavam com o referencial prigoginiano. O quarto artigo, *Análises e reflexões sobre a presença do referencial epistemológico prigoginiano nas teses e dissertações da área de Educação em Ciências*, se ateve a evidenciar a utilização de Prigogine como referencial teórico no campo de Educação em Ciências. Por meio deste artigo concluímos que, apesar de sua pertinência, o arcabouço teórico prigoginiano é pouco explorado no domínio da Educação em Ciências. A incumbência do quinto artigo, *O pertencimento do docente à ciência que ele ensina – uma análise a partir da perspectiva epistemológica prigoginiana*, foi a de discutir e problematizar os entrelaçamentos entre o pertencimento, a ciência e o docente que ensina essa ciência. Este artigo subsidiou a proposta central de discussão da tese, conectando o pensamento-Prigogine ao pertencimento e à percepção de ciência do docente de ciências. No sexto artigo, *A compreensão do pertencimento epistemológico nos modelos formativos de professores sintetizados por Contreras*, verificamos a presença e/ou ausência da categoria pertencimento à ciência nos três modelos de compreensão da prática docente sintetizados por Contreras. Este artigo ratificou nossa hipótese de negligência da categoria pertencimento nos modelos citados. Por meio da construção e apresentação destes seis artigos, construímos uma história que fortalece a nossa tese de que o pertencimento tem a potencialidade de influenciar a profissionalidade docente. Por fim, acreditamos que esta tese doutoral, ao fixar a obra prigoginiana como um novo referencial teórico e sugerir diversas perspectivas de trabalhos que possam se fazer valer desse arcabouço teórico, posiciona nossa pesquisa como uma inovação para a Educação em Ciências e como possível referencial teórico para novas pesquisas dentro desta área.

**Palavras-chave:** Educação em Ciências. Epistemologia. Formação de Professores. Modelos formativos docente. Ilya Prigogine.

## ABSTRACT

SOUSA, T. W. A. **TEACHER BELONGING TO THE SCIENCE BEING TAUGHT - AN ANALYSIS UNDER THE PRIGOGINIAN EPISTEMOLOGICAL PERSPECTIVE.** Tese (Doutorado em Ensino de Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2023.

In this research, our objective was to defend the thesis that the category of belonging to science, stemming from the epistemological construct of Prigogine, should be considered in propositions within the field of teacher education in Science Education. Its existence directly influences the professional profile adopted by teachers in their teaching practices. This thesis comprises seven articles. In the first article, *Possible Contributions of Ilya Prigogine to the Consolidation of a Genuine Philosophy of Chemistry*, we highlighted the use of Prigogine as a theoretical reference in the field of Science Education. This article is an integral part of the thesis's history and allowed the researcher to identify the current research problem. The second article, *Pleasure, Prigogine!*, presents the main contributions of Prigoginian epistemology, along with its principal criticisms, potentialities, and limitations. This article is included in the research because the assimilation of Prigogine's theoretical assumptions was necessary for a thorough understanding of their use during the thesis development. The third article, *The Theoretical Assumptions of Ilya Prigogine and Critical Epistemology – A Dialogue of Convergences*, demonstrates that Prigogine can be employed as a progressive epistemological theoretical reference. We included this article to investigate if the conceptions of belonging and Education adopted by researchers align with the Prigoginian reference. The fourth article, *Analyses and Reflections on the Presence of Prigoginian Epistemological References in Theses and Dissertations in the field of Science Education*, aimed to highlight the use of Prigogine as a theoretical reference in the field of Science Education. Through this article, we concluded that, despite its relevance, Prigogine's theoretical framework is underexplored in the domain of Science Education. The fifth article, *The Teacher's Belonging to the Science They Teach – An Analysis from the Prigoginian Epistemological Perspective*, discussed and problematized the interconnections between belonging, science, and the teacher who imparts this science. This article supported the central thesis discussion, connecting Prigoginian thought to belonging and the science perception of science teachers. In the sixth article, *Understanding Epistemological Belonging in Teacher Training Models Synthesized by Contreras*, we examined the presence and/or absence of the "belonging to science" category in the three teacher practice comprehension models synthesized by Contreras. This article confirmed our hypothesis of the neglect of the "belonging" category in the mentioned models. Through the construction and presentation of these six articles, we weave a narrative that reinforces our thesis that belonging has the potential to influence teaching professionalism. Finally, we believe that this doctoral thesis, by establishing the work of Prigogine as a new theoretical reference and suggesting various perspectives for research using this theoretical framework, positions our research as an innovation in Science Education and a potential theoretical reference for new research within this field.

**Keywords:** Science Education, Epistemology, Teacher Training, Teaching Professional Models, Ilya Prigogine.

## RESUMEN

SOUSA, T. W. A. **LA PERTENENCIA DEL DOCENTE A LA CIENCIA QUE SE ENSEÑA - UN ANÁLISIS BAJO LA ÓPTICA EPISTEMOLÓGICA PRIGOGINIANA.** Tese (Doutorado em Ensino de Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2023.

El objetivo de esta investigación fue defender la tesis de que la categoría de pertenencia a la ciencia, derivada del constructo epistemológico de Prigogine, debe considerarse en las propuestas realizadas en el campo de la formación de profesores en el área de Educación en Ciencias, ya que su existencia influye directamente en el perfil profesional que el profesor adopta en su labor docente. Esta tesis se compone de siete artículos. En el primer artículo, "Posibles contribuciones de Ilya Prigogine para la consolidación de una filosofía propiamente Química," destacamos el uso de Prigogine como referencia teórica en el campo de la Educación en Ciencias. Este artículo forma parte de la historia de la tesis y permitió al investigador identificar el problema de investigación actual. En el segundo artículo, "¡Placer, Prigogine!," se presentan las principales contribuciones de la epistemología prigoginiana, así como sus principales críticas, potencialidades y limitaciones. Este artículo es parte de la investigación, ya que la asimilación de los supuestos teóricos de Prigogine fue necesaria para comprender de manera efectiva su utilización durante el desarrollo de la tesis. El tercer artículo, "Los supuestos teóricos de Ilya Prigogine y la epistemología crítica: un diálogo de convergencias," muestra que Prigogine puede ser utilizado como un referente teórico epistemológico de orientación progresista. Incluimos este artículo porque deseábamos comprender si las concepciones de pertenencia y educación adoptadas por los investigadores estaban en consonancia con el referente prigoginiano. El cuarto artículo, "Análisis y reflexiones sobre la presencia del referente epistemológico prigoginiano en tesis y disertaciones en el campo de la Educación en Ciencias," se centró en destacar el uso de Prigogine como referente teórico en el campo de la Educación en Ciencias. A través de este artículo, concluimos que, a pesar de su relevancia, el marco teórico prigoginiano se explora poco en el ámbito de la Educación en Ciencias. La tarea del quinto artículo, "La pertenencia del docente a la ciencia que enseña: un análisis desde la perspectiva epistemológica prigoginiana," fue discutir y problematizar las interconexiones entre la pertenencia, la ciencia y el docente que enseña esta ciencia. Este artículo respaldó la propuesta central de discusión de la tesis, conectando el pensamiento de Prigogine con la pertenencia y la percepción de la ciencia por parte del docente de ciencias. En el sexto artículo, "La comprensión de la pertenencia epistemológica en los modelos de formación de profesores sintetizados por Contreras," verificamos la presencia y/o ausencia de la categoría de pertenencia a la ciencia en los tres modelos de comprensión de la práctica docente sintetizados por Contreras. Este artículo corroboró nuestra hipótesis de la negligencia de la categoría de pertenencia en los modelos mencionados. A través de la construcción y presentación de estos seis artículos, elaboramos una historia que refuerza nuestra tesis de que la pertenencia tiene el potencial de influir en la profesionalidad docente. Finalmente, creemos que esta tesis doctoral, al establecer la obra de Prigogine como un nuevo referente teórico y sugerir diversas perspectivas de trabajos que pueden beneficiarse de este marco teórico, sitúa nuestra investigación como una innovación en el campo de la Educación en Ciencias y como un posible referente teórico para nuevas investigaciones en esta área.

**Palabras clave:** Educación en Ciencias. Epistemología. Formación de Profesores. Modelos de formación docente. Ilya Prigogine.

## SUMÁRIO

<b>1 APRESENTAÇÃO DO PESQUISADOR</b> .....	14
<b>2 HISTÓRIA DA TESE</b> .....	16
<b>3 PRODUÇÃO ACADÊMICA DO AUTOR NO PERÍODO DOUTORAL</b> .....	20
<b>4 INTRODUÇÃO</b> .....	22
<b>4.1 PROBLEMATIZAÇÃO</b> .....	22
<b>4.2 REFERÊNCIAS TEÓRICOS</b> .....	22
<b>4.3 APRESENTAÇÃO DA TESE E DO OBJETIVO GERAL</b> .....	24
<b>4.4 METODOLOGIA</b> .....	30
<b>REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO</b> .....	33
 <i>ARTIGOS</i>	
<b>APRESENTAÇÃO DO ARTIGO 1</b> .....	37
<i>Possíveis contribuições de Ilya Prigogine para a consolidação de uma filosofia propriamente Química</i> .....	39
<b>NOTAS SOBRE ARTIGO 1</b> .....	72
<b>APRESENTAÇÃO DO ARTIGO 2</b> .....	74
<i>Prazer, Prigogine!</i> .....	76
<b>APRESENTAÇÃO DO ARTIGO 3</b> .....	117
<i>Os pressupostos teóricos de Ilya Prigogine e a epistemologia crítica – um diálogo de convergências?</i> .....	118
<b>APRESENTAÇÃO DO ARTIGO 4</b> .....	150
<i>Análises e reflexões sobre a presença do referencial epistemológico prigoginiano nas teses e dissertações da área de Educação em Ciências</i> .....	151
<b>APRESENTAÇÃO DO ARTIGO 5</b> .....	198
<i>A importância do pertencimento do docente à ciência que ele ensina – uma análise sob a perspectiva epistemológica prigoginiana</i> .....	199
<b>APRESENTAÇÃO DO ARTIGO 6</b> .....	245
<i>A compreensão do pertencimento epistemológico nos modelos formativos de professores sintetizados por Contreras</i> .....	247
 <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE</b> .....	 300

<b>6 PERSPECTIVAS FUTURAS</b> .....	305
<b>APÉNDICE</b> .....	306

## 1 APRESENTAÇÃO DO PESQUISADOR

Thiago Weslei de Almeida Sousa. Preto. Gay. Oriundo de uma família muito humilde. 33 anos. Natural da cidade de Ceres, interior de Goiás. Minha primeira graduação foi concluída em 2012, no curso de Bacharelado em Química Industrial pela Universidade Estadual de Goiás (UEG, Campus de Anápolis) e, durante sua realização, descobri e pude confirmar minha aptidão pela docência. Decidi então cursar, em paralelo ao mestrado, a graduação de Licenciatura em Química também na UEG. Optei pela Licenciatura plena em um curso integral, ainda que mais demorada, por ter o intuito de querer me aperfeiçoar no “ser professor”, escolha da qual não me arrependo e a qual me possibilitou viver praticamente toda minha trajetória profissional.

Por questões financeiras e familiares, não pude me distanciar da minha cidade de origem para vivenciar o mestrado em um programa de Educação em Ciências, ainda que tenha chegado até a cursar disciplinas como aluno especial na Universidade Federal de Goiás. Com isso, conclui o mestrado no Programa de Pós-graduação em Ciências Moleculares da UEG em 2015, que é um programa interdisciplinar, classificado na grande área “Química” pelo CNPQ, com a dissertação na área de concentração “Físico-Química”, tratando-se, mais especificamente, sobre *Termodinâmica*. O título de minha dissertação foi “Adição de hidróxido duplo lamelares em concretos como aditivos plastificantes”. Cabe ressaltar que mesmo fazendo mestrado em uma área da Química aplicada, continuei estudando, pesquisando, lecionando e publicando sobre temas relacionados à Educação.

No período de 2013 a 2018 atuei como docente nos dois níveis da educação (educação básica e educação superior) e destacarei aqui minhas principais experiências. Fui professor da Universidade Estadual de Goiás por cinco anos, ministrando as disciplinas de Termodinâmica, Química Básica, Química dos Materiais, Sociologia da Educação e História da Educação para as engenharias e licenciaturas. Momento este importante em minha caminhada por ser neste contexto em que tive a oportunidade de trabalhar como professor-pesquisador. Também no ensino superior, ministrei aulas dois anos em uma universidade particular para os cursos de engenharias ensinando as disciplinas de Química Geral, Termodinâmica e Cálculo I.

No ensino médio, fui professor de Química de uma escola confessional, me proporcionando contato com adolescentes no contexto de uma instituição com princípios cristãos. Quanto ao ensino fundamental, atuei como professor de laboratório em um colégio elitizado, para turmas de 6º a 9º ano por três anos e nesta experiência pude perceber que cada público me pedia um profissional diferente e o quanto a educação é, de fato, utilizada para a

manutenção do sistema social. Por último e talvez mais importante, ainda minha primeira graduação (bacharelado), comecei a prestar serviço voluntário como docente em um curso pré-vestibular de um projeto social para alunos carentes, essa experiência durou dois anos.

Em 2018, mudei-me para Campo Grande – e aqui continuo desde então – por ter sido aprovado em concurso público para trabalhar como Técnico em Assuntos Educacionais (TAE) na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). A escolha por esta profissão foi motivada justamente por querer trabalhar diretamente com os processos educativos, uma vez que este cargo me desafia a planejar, supervisionar, analisar e reformular o processo de ensino/aprendizagem de minha unidade. Trabalhar como TAE me oportuniza contato direto e prolongado com os professores e acadêmicos em sua vivência universitária cotidiana, ou seja, um ambiente rico para um pesquisador na área educacional.

Toda essa trajetória me trouxe o anseio, inquietação pessoal e acadêmica de querer aprimorar-me quanto educador. A intenção sempre foi capacitar-me profissionalmente para o exercício das atividades de pesquisa no campo educacional e para (num futuro próximo, espero) ensinar em cursos de licenciatura de ciências de alguma universidade pública. E foi na busca deste objetivo que consegui realizar um sonho de ingressar em um Programa de Doutorado em Ensino de Ciências. Iniciadas as atividades doutorais, me encontrei em um espaço que, assim como eu, pensa a educação como um processo que não se conclui. Um espaço que enxerga a educação como meio capaz de mudar realidades por meio da promoção da justiça social.

Estar inserido neste ambiente de pesquisa aguçou meu amadurecimento cognitivo e me instigou a problematizar e a tentar reconstruir alguns aspectos dos processos educacionais. Neste processo doutoral, tive oportunidade de aperfeiçoar o professor formador que existe em mim e de me reconhecer como um *educador pertencido*.

## 2 HISTÓRIA DA TESE<sup>1</sup>

Quando ingressei no doutorado, minha proposta era trabalhar com a análise de livros didáticos, um caminho bastante seguro e cômodo para mim, uma vez que já tinha feito alguns trabalhos nesse sentido na graduação e como professor pesquisador. Mas a história que conto aqui é uma história de bifurcações. Ainda no primeiro semestre do doutorado, ao me defrontar com a disciplina de Epistemologia, ministrada pelo professor Caluzi, me vi encantado com a possibilidade de poder analisar algum objeto de pesquisa com um olhar mais filosófico. E foi assim que decidi que minha pesquisa seria no campo da epistemologia. Porém, essa era a única certeza que eu tinha. Encontrei-me então sem uma pergunta de pesquisa, sem objeto de pesquisa, sem metodologia de pesquisa e tendo somente a vontade de discutir a Educação em Ciências sob o prisma da epistemologia. Seguiram-se muitos momentos de muita ansiedade desde então.

Como minha formação é em Química, comecei minhas leituras pesquisando sobre as questões filosóficas da Química e fui surpreendido com a informação de que a Filosofia da Química ainda é um campo não solidificado. O que a princípio se mostrou como um grande problema, logo se transfigurou em uma grande oportunidade. Já sabia a direção que eu queria percorrer: contribuir para a consolidação da Filosofia da Química. E foi então que o Dario, meu orientador, me questionou: qual referencial você utilizará para narrar a história da sua tese? Essa era uma boa pergunta.

Foi numa manhã fria de quarta-feira que o Dario apareceu em meu serviço, me entregou um livro de capa verde com as páginas amareladas e disse: A Celina (ex-professora do nosso programa e esposa dele) mandou de presente para você e disse que se você quer falar de Filosofia da Química, você tem que ler Prigogine! Eu peguei o livro sem entender muita coisa, agradei e passei os olhos por aquelas páginas amarelas... Mal sabia eu que aquele momento representava a maior bifurcação por mim vivida enquanto doutorando. Eu não fazia ideia de que eu, literalmente, me apaixonaria pelas discussões prigoginianas e me sentiria envolvido e representado pela leitura de mundo e da ciência que ele, Prigogine, muito astutamente, me apresentava naquele livro chamado *A Nova Aliança*. Uma tradução publicada no ano de 1990, ano do meu nascimento, foi a minha porta de entrada para o pensamento-

---

<sup>1</sup> Em todos os textos pré-textuais e pós-textuais, quando utilizo a primeira pessoa do singular em minha escrita, me refiro à minha personalidade enquanto pesquisador que faz escolhas particulares e enquanto ser humano com forte e inerente subjetividade. Quando escrevo em terceira pessoa do plural, me refiro às decisões, ações e discussões realizadas em conjunto com os meus orientadores.

Prigogine. Eu demorei seis meses para ler aquele livro, primeiramente porque a leitura era densa, mas também porque tinha medo de que ele acabasse. Aquele livro me fez escolher o referencial teórico-epistemológico do meu trabalho e me possibilitou adentrar no universo-Prigogine. Universo esse que tem me envolvido enquanto pesquisador e que tem feito bastante sentido para mim, Thiago que existe no mundo, até o presente momento em que vos escrevo.

Mergulhei nesse processo durante meu primeiro ano de doutorado e estava firme no propósito de encontrar relações entre o Pensamento-Prigogine e a Filosofia da Química, afim de contribuir para a consolidação da mesma. Neste contexto, escrevi um artigo bem denso sobre o assunto, *Possíveis contribuições de Ilya Prigogine para a consolidação de uma filosofia propriamente Química*<sup>2</sup>. Mas foi então que algumas problemáticas nos surgiram.

A primeira delas foi a ausência da Educação em Ciências em minha pesquisa. Questão bastante importante uma vez que estou inserido em um programa de Ensino de Ciências, mas meu percurso investigativo estava totalmente voltado para a filosofia da ciência. A segunda questão era que, por mais que eu visse pertinência em Prigogine para tratar da Filosofia da Química, o tempo todo este referencial parecia extrapolar e querer discutir a ciência como um todo. Em orientação com o Dario, chegamos à conclusão de que eu precisava reestruturar meu problema de pesquisa e que Prigogine poderia, neste momento, falar não somente da Química, mas da ciência de maneira mais ampla.

Por outro lado, este contato prolongado com a obra prigoginiana me possibilitou enxergar uma categoria latente em toda sua obra, mas que pouco explicitamente era verbalizada. O pertencimento! E foi entendendo o pertencimento a partir da epistemologia prigoginiana e refletindo bastante sobre as atuais questões que cercam a Educação em Ciências que cheguei ao meu problema de pesquisa. Será que o professor que ensina ciência se sente pertencido a ciência que ele ensina? E foi essa pergunta que me norteou durante toda a construção dessa tese. Foi essa questão que nos desafiou fortemente devido ao seu alto grau de complexidade. Nossa intenção foi respondê-la, pelo menos, em termos epistemológicos, uma vez que temos clareza que a compressão complexa dessa problemática envolve aspectos psicológicos, sociais,

---

<sup>2</sup> Decidimos manter este artigo sobre Prigogine e a filosofia da Química na versão final desta tese porque ele faz parte da história teórica que constrói esse trabalho. Não o apresentar poderia nos representar uma espécie de “antitestemunho”, pois estaríamos ocultando uma flutuação muito importante no caminho desta tese. Essa foi a flutuação primeira que nos permitiu seguir todos os caminhos bifurcantes que tomamos. Para além disso, no exame de qualificação, nenhum membro da banca se opôs a decisão desse artigo compor o corpo da tese. Ao leitor que não tiver interesse neste primeiro artigo, sugerimos a começar a leitura pelo segundo artigo, *Prazer, Prigogine!*.

políticos e até puramente subjetivos.

E foi também neste momento que procuramos o professor Wellington Queirós para nos auxiliar na escrita desta história e o convidamos para ser o coorientador desta pesquisa. O professor Wellington contribuiu fortemente na execução deste projeto, principalmente no que tange ao forte teor filosófico que esta pesquisa carrega. E foi também por sugestão do Wellington que definimos o objeto de estudo para esta tese: os modelos de perfis profissionais docentes sistematizados por Contreras. Neste mesmo contexto também decidimos construir esta tese por meio de artigos. Pareceu-nos mais coerente para a história que queríamos contar, além de facilitar o processo de publicação de artigos da tese em periódicos.

Uma ressalva. Compreendemos que não existem receitas prontas para se construir ciência e foi com este pensamento que o nosso problema de pesquisa foi construído de forma pouco usual. Ao invés de termos um problema e buscarmos um referencial teórico para solucioná-lo, fizemos o caminho contrário. Tínhamos um referencial bastante rico e promissor, o pensamento-Prigogine, e através da imersão nele, achamos uma problemática relacionada com a vivência do professor que ensina Ciências. E esta é a razão pelo qual esta tese começa com o aprofundamento no referencial teórico, para então, a partir dele, apresentamos a nossa questão de pesquisa, seguida de sua consecutiva discussão e posterior proposição de um novo modelo.

Por fim, destaco que falar de pertencimento, para mim, Thiago, que por diversas vezes me questioneei se realmente faço parte dos espaços aos quais estou inserido é, no mínimo, emocionante. Pesquisar o pertencimento fez e faz sentindo para mim, pois converge com a minha postura política progressista e vai ao encontro das lentes que uso para decifrar este mundo. Sinto que fui oportunizado, a partir da construção desta tese, a contribuir com o projeto de sociedade que eu acredito e a refletir minha posição como pesquisador *gente* que existe perante à natureza, à ciência e ao universo.

O mais instigante desta pesquisa, ou talvez até o mais gracioso, é que eu, o pesquisador, que frequentemente tento ser *despertencido* dos espaços sociais os quais consegui assumir, agora vos escrevo com a intenção de convencê-los de que o ser humano pertence a este mundo! Talvez para alguns cause estranheza que um homem preto, gay, oriundo de família humilde verse sobre o pertencimento do ser humano ao universo, ainda que a sociedade acredite que ele, este mesmo homem, *desperta* dos lugares de projeção social que ele tem assumido. E em alguns momentos de desenvolvimento deste trabalho realmente não foi fácil, confesso. Exposições dolorosas. Vários outros momentos foram potentes, intensos e coloridos. Estes

períodos me empoderaram muito.

Durante as reflexões para esta tese, por diversas vezes, me vi nu comigo mesmo perante a vastidão do universo. Discutir a ontologia do pertencimento me pedia essa posição. Porém, isso foi bonito. Tive a oportunidade de ressignificar, ratificar e/ou retificar muitas de minhas verdades. Hoje, acredito que me expor e abraçar o pertencimento foi um processo necessário. Esta tese me causou flutuações. Esta tese me possibilitou bifurcações. Esta tese me deu um propósito.

### 3 PRODUÇÃO ACADÊMICA DO AUTOR REFERENTE A TESE

#### *Artigos completos publicados em periódicos*

SOUSA, T. W. A.; QUEIRÓS, W. P.; PIRES, D. X. Prazer, Prigogine! **Em Construção: arquivos de epistemologia histórica e estudos de ciências**, 2023. No prelo

SOUSA, T. W. A.; QUEIRÓS, W. P.; PIRES, D. X. Análises e reflexões sobre a presença do referencial epistemológico prigoginiano nas teses e dissertações da área de Educação em Ciências. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 24, n. e39203, 2022.

GOMES, P. R.; QUEIRÓS, W. P.; SOUSA, T. W. A.; ERROBIDART, N. C. G.; CORREA, H. P. S. Análise da abordagem CTS do tema radiação em livros didáticos de física do ensino médio. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 11, p. 1-23, 2021.

SOUSA, T. W. A.; PIRES, D. P.; QUEIRÓS, W. P. Os pressupostos teóricos de Ilya Prigogine e a epistemologia crítica - um diálogo de convergências? **Educação e Filosofia**, v. 35, n. 73, p. 301-339, 2021.

SOUSA, T. W. A.; QUEIRÓS, W. P. Panorama das pesquisas sobre a análise de recursos didáticos no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Em Ciência (ENPEC). **Amazônia (UFPA)**, v. 15, p. 165-167, 2020.

SOUSA, T. W. A.; PEREIRA JÚNIOR, C. A.; CARDOSO JUNIOR, H. M. As contribuições teóricas de Pintrich para pesquisas sobre a motivação de alunos no Ensino Superior. **Holos (Natal. Online)**, v. 1, p. 1-12, 2019.

#### *Trabalhos completos publicados em anais de congressos*

SOUSA, T. W. A.; QUEIRÓS, W. P.; PIRES, D. X. A presença da epistemologia de Ilya Prigogine nas teses e dissertações da área de Educação em Ciências. **In: XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, 14, 2023, Caldas Novas - GO. **Anais XIV ENPEC**, 2023. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/93555>>.

SOUSA, T. W. A.; QUEIRÓS, W. P.; PIRES, D. P. Prigogine e a Filosofia da Química – um diálogo importante para o Ensino de Química. **In: 18º Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI)**, 2021, Belém – Pará. **Anais 18º SIMPEQUI**. Disponível em: <<https://www.abq.org.br/simpequi/2021/trabalhos/90/23915-18442.html>>.

SOUSA, T. W. A.; QUEIRÓS, W. P.; TEIXEIRA, K. R. Cenário das pesquisas sobre análise de recursos didáticos publicados no ENPEC. **In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, 12, 2019, Natal - RN. **Anais XII ENPEC**, 2019.

SOUSA, T. W. A. Formação de professores e Educação Ambiental: o bioma cerrado como eixo norteador de propostas com enfoque CTSA. **In: IV Congresso Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, 2019, Campina Grande - Paraíba. **Anais IV CONAPESC**. Campina Grande: Realize, 2019.

*Capítulos de livro*

SOUSA, T. W. A. Debate como intervenção pedagógica no ensino superior e a motivação de acadêmicos na disciplina de química. In: ARAUJO NETO, C. L.; MARINHO, J. C. B.; FERREIRA; W.B. **Tecnologia, investigação, sustentabilidade e os desafios do século XXI**. Campina Grande: Realize Editora, 2020. p. 267-285.

LIRA, M.B.; PIRES, D. X.; SOUSA, T. W. A. Vídeos de experimentos: uma abordagem investigativa sobre o fenômeno da combustão. **VI CONEDU - Vol 3...** Campina Grande: Realize Editora, 2020. p. 1846-1862.

Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/65643>>.

SOUSA, T. W. A., LIRA, M.B. Diálogos entre os pressupostos da colaboração e as reflexões de Zeichner sobre a formação de professores. **VI CONEDU - Vol 1...** Campina Grande: Realize Editora, 2020. p. 1368-1385.

Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/65348>>.

## 4 INTRODUÇÃO

### 4.1 PROBLEMATIZAÇÃO

O professor de educação científica, ao contribuir para a formação de cidadãos críticos por meio dos seus saberes, valores e experiências, exerce um papel essencial nos processos de mudança da sociedade. Devido à sua relevância no processo educacional, é comum, no campo do Educação em Ciências, encontrarmos investigações que versem sobre o fazer docente e os seus percalços (Seixas; Calabró; Sousa, 2017). Neste sentido, Seixas, Calabró e Sousa (2017), chamam a atenção para o fato de que os obstáculos encontrados pelos docentes em suas práticas pedagógicas podem ser resultantes da precariedade do processo de formação profissional ao qual os professores são submetidos.

De fato, não tendo sido oferecida a formação adequada, é muito provável que falte ao docente senso de criticidade para analisar epistemologicamente o conceito de ciência que ele reproduz, e esta falta de postura crítica influencia diretamente a forma como ele orienta seus alunos na construção do conhecimento científico (Longhini, 2008).

Nesta tese o professor é tomado como o sujeito do conhecimento e isso significa que a sua subjetividade atribui à sua prática significados que ele mesmo lhe dá (Tardif, 2014). Com isso, o fazer docente do professor de ciências deve ser analisado levando em consideração, não só a sua formação inicial, mas também os seus saberes que são influenciados por questões culturais e pessoais.

Há de se considerar que, para além da precariedade de formação docente que presenciamos, também a formação humana prévia do educador pode, em alguns momentos, representar um entrave para uma atividade docente inovadora e criativa. Com isso, questionamos: nos programas de formação docente inicial e continuada, as questões estruturantes da identidade deste professor que possam vir a interferir em sua didática são revisitadas (ou até mesmo visitadas)?

Dentre os principais fundantes da construção e consolidação da identidade individual e social dos seres humanos, encontra-se o sentimento de pertencimento. Pertencimento é um sentimento que faz com que o indivíduo se identifique com *algo* e que se sinta parte desse *algo*, como se esse *algo* fosse a continuação dele próprio, uma extensão de si mesmo. Neste trabalho, pretende-se trabalhar o pertencimento como um sentimento de integração do sujeito a um todo maior, considerando não apenas a dimensão concreta, mas, principalmente, as dimensões

abstrata e subjetiva (Lestinge, 2004).

É a capacidade de pertencer, segundo Sá (2005), que aflora no ser humano o seu lado mais sensível, o tornando apto a pensar em comunidade e a se posicionar numa perspectiva emancipatória. Desta forma, acreditamos estar discutindo uma problemática ainda anterior à formação docente, isso porque o pertencimento vivenciado pelo docente influencia a construção da sua identidade como professor, identidade esta que também é influenciada pela ciência que ele *recebeu* em sua escolarização, pela sua formação docente inicial e por sua vivência enquanto indivíduo-docente.

Gastal e Pilates (2016) atestam que as diferentes culturas e os variados ambientes sociais têm o poder de influenciar na maneira como o pertencimento é construído e em como ele se manifesta. Com isso, a noção de pertencimento (ou a ausência dele), torna-se um processo experienciado pelos docentes de todos os níveis nas mais variadas esferas, ainda que estes desconheçam o seu significado.

Felizmente, diversas pesquisas no campo da Educação em Ciências abordam o pertencimento do docente e do discente no que concerne ao (1) espaço físico educacional, ao (2) contexto social ou à (3) região em que residem. Indo em outra direção, nesta tese, encontra-se outra proposta: discutir o sentimento de pertencimento à uma entidade ainda maior, que é a Ciência. Em outras palavras, problematizamos nesta tese a questão da existência do sentimento de pertencimento do professor aos fatos da ciência que ele ensina, ou melhor, que ele testemunha.

Esta indagação emerge do momento em que acreditamos que, ainda que se ofereçam, em formação, todas as metodologias e recursos possíveis ao docente, caso este não se sinta pertencido àquilo que ele ensina - a ciência! -, a falta de veracidade poderá fazer com que sua didática possa ser comprometida negativamente, tornando-se burocrática. É primordial para o projeto progressista de mundo que vislumbramos, que o professor viva e acredite no que ele ensina e, segundo Guimarães, Freire e Figueiredo (2016), educar para pertencer é uma necessidade. Ou seja, apenas conhecer a ciência não é o bastante, é preciso integrar-se a ela, enxergar-se como constituinte dela.

Assim, quanto ao professor de ciências, ele tem o sentimento de pertencimento pela ciência que ele ensina ou a reproduz como se ele fosse um corpo estranho neste processo? Esse sentimento de pertencimento do docente à ciência que ele ensina realmente interfere em seu perfil profissional? A Educação em Ciências, principalmente a formação de professores, considera este pertencimento em suas proposições? Os modelos formativos docentes que

utilizamos consideramos a categoria pertencimento em suas concepções? Existe algum modelo de perfil profissional docente que tenha como eixo norteador o sentimento de pertencimento? Essas são questões que frequentemente atravessaram a estruturação dessa tese e, por isso, direcionaram a sua construção.

#### 4.2 REFERÊNCIAS TEÓRICAS

Em meio à emergência de se trabalhar com esta vertente de pertencimento, que considera principalmente as dimensões abstrata e subjetiva do sujeito, surge a relevância de mais autores que reconheçam em suas epistemologias a inseparabilidade entre ser humano e a ciência. É neste contexto que emerge o constructo teórico de Ilya Prigogine – cientista russo que dedicou a sua vida à pesquisa com ênfase na interface entre Filosofia, Química e Física.

Prigogine nasceu em 1917, em Moscou, na Rússia. Sua família fugiu para Berlim, Alemanha, em 1921, após a revolução soviética, e mudou-se novamente para Bruxelas, Bélgica, em 1929, para fugir do nazismo. Embora Prigogine se destacasse nas belas artes quando criança (especialmente história e música), ele ingressou no curso de Química na *Université Libre de Bruxelles* (ULB). Nessa mesma universidade, obteve o bacharelado e o doutorado, e lá permaneceu para continuar suas pesquisas em termodinâmica. Chegou inclusive a ser considerado o *poeta da termodinâmica* pela elegância e lucidez de sua obra (Maruani, 2004).

Este investigador teve uma brilhante jornada acadêmica, sendo um exímio pesquisador. Ele foi autor de mais de 20 livros, incluindo o instigante *A Nova Aliança* (1991), e de quase 1.000 artigos científicos, publicados em diversas línguas. Sua produção varia desde tópicos muito técnicos, chegando a tecer aprofundadas reflexões sobre filosofia da natureza, história da ciência e política da ciência (Maruani, 2004). Cabe ressaltar que sua aptidão por música, literatura, arqueologia, psicologia, direito e história influenciaram em muito não só a sua formação humanista, como a sua obra (Earley, 2006).

Almejando um entendimento mais holístico da realidade, Prigogine fez o casamento entre dinamicidade e criatividade durante a composição de sua obra, persistindo para que diálogo entre conhecimento científico e o universo filosófico acontecesse. E o resultado disso foi uma obra multifacetada, com proposições ousadas o suficiente para proclamar uma revolução em diversas áreas do conhecimento - engenharia, biologia e ciências sociais, por exemplo - de uma forma que outras teorias epistemológicas raramente o fizeram (Carvalho, 2017).

Honrado com o Prêmio Nobel de Química de 1977 por suas contribuições à termodinâmica do não-equilíbrio com o desenvolvimento da teoria das estruturas dissipativas, Prigogine teve maior notoriedade ao estender a segunda lei da termodinâmica a sistemas distantes do equilíbrio. Para este pesquisador, os sistemas instáveis são o alicerce da descrição microscópica do mundo e estão estritamente ligados aos conceitos de irreversibilidade e flecha do tempo (Massoni, 2008; Maruani, 2004).

Prigogine mostrou que a formação de estruturas dissipativas permite o surgimento da ordem através do caos em sistemas fora de equilíbrio. Desde então, essas estruturas têm sido experimentadas para a descrição não apenas de fenômenos físicos, químicos e biológicos, mas também fenômenos de ordem social (Massoni, 2008; Maruani, 2004).

Segundo Almeida (2004) a base epistemológica prigoginiana é construída em torno dos conceitos de bifurcação (ordem do acontecimento novo) e o de flutuação (diz respeito ao não previsível que está em potencial). Tendo como pressupostos o indeterminismo, a seta do tempo e a irreversibilidade, o pensamento prigoginiano sugere que ocorra a reconstrução das leis que alicerçam a ciência clássica (Prigogine, 2002). Em outras palavras, Prigogine oportuniza a reinterpretção da linguagem utilizada para a descrição do universo (Chassot, 2003).

Em linhas gerais, o pensamento-Prigogine aponta que a ordem pode ter origem à desordem, que o tempo é na realidade irreversível e que existe uma *flecha do tempo* que indica probabilidades e não mais certezas. Desta forma, suas reflexões revolucionárias questionam a função do tempo, do conhecimento e das leis fundamentais que governam o universo (Massoni, 2008).

Voltando a problematização inicial, Sá (2005) considera que refletir sobre a relação entre o ser humano e a natureza é condição necessária para que se compreendam os fundamentos do pertencimento. Assim sendo, Prigogine apresenta-se como um nome promissor para este trabalho, pois a sua epistemologia é construída sob a necessidade da religação entre o homem e a natureza, entre o homem e a ciência - o que ele intitulava de *A Nova Aliança*.

Com a proposta da *Nova Aliança*, Prigogine coloca em questão a pertinência ética da ciência e discute a inviabilização de segregação entre ciências humanas, ciências da vida e ciências da natureza. Ao longo de sua obra, Prigogine diz que a ciência deve ser operacionalizada como ciência social, deste modo, a propulsão da ciência não deve mais estar isolada das preocupações humanas (Earley, 2006)

Assim, ao discutir as bifurcações produzidas pela flecha do tempo, a irreversibilidade das trajetórias e a necessidade de uma ética planetária, Prigogine nos induz a repensar a ligação

do homem com a natureza, o humanismo e a própria democracia. Ele advoga que o universo está em construção contínua, sendo as mudanças marcadas principalmente pela novidade e pela criatividade (Prigogine, 2009). Dada a sua pertinência neste espaço epistemológico de discussão sobre o pertencimento do ser humano à ciência, o pensamento Prigogine foi fixado como o principal referencial teórico desta tese.

Como uma das principais preocupações desta tese é a reflexão sobre a influência da categoria *pertencimento à ciência* no fazer docente dos professores que ensinam ciências – e considerando que estes professores assumem diferentes ideologias e visões acerca da ciência que eles estudam e propagam – optamos por trazer à nossa investigação as propostas de modelos formativos docente sintetizadas por Contreras (2002). Nosso intuito é mergulhar nestes modelos formativos e analisar se eles consideram a categoria *pertencimento à ciência* em suas proposições.

Mas por que a escolha pelos modelos de profissionalidade docente proposto por Contreras (2002)? Primeiramente, *deve-se ter em mente que este é um trabalho totalmente teórico*, e sabendo das limitações desta modalidade, precisávamos de uma proposição já consolidada no campo da Educação em Ciências para que pudéssemos analisá-la e confrontá-la com a categoria *pertencimento à ciência*.

Ao nos depararmos com a teoria dos modelos formativos (Contreras, 2002) e conhecermos seu conteúdo, acreditamos ter encontrado o objeto de estudo que, após confrontado, nos possibilitaria responder nossa pergunta de pesquisa. Mais especificamente, vimos na proposição dos modelos formativos (Contreras, 2002) uma oportunidade de analisar e prestigiar os diferentes perfis profissionais de professores, tornando a discussão desta tese mais completa e verídica. Também nos chamou a atenção o cunho político que as discussões por trás dos perfis profissionais carregam consigo.

E do que se trata os modelos de profissionalidade docente segundo Contreras (2002)?

Segundo Contreras (2002), para que se problematize a formação docente, primeiramente é preciso caminhar pelo conceito de profissionalidade. E para este autor a profissionalidade docente está relacionada ao desempenho, aos valores e às intenções que norteiam o processo de ensinar. Profissionalidade também diz respeito aos objetivos que se pretendem alcançar no exercício do ofício, influenciando a maneira como o docente concebe e vive o seu trabalho concretamente. Desta forma, Contreras (2002) não está preocupado somente com a descrição do trabalho de ensinar, ele considera também os valores e as pretensões que os docentes desejam alcançar e desenvolver no desempenho da sua profissão.

Nessa perspectiva, profissionalidade possui três dimensões: competência profissional, obrigação moral e compromisso com a comunidade.

*A obrigação moral está associada ao compromisso com a ética da profissão, ao compromisso com o desenvolvimento e ao reconhecimento do valor do aluno. É colocada em evidência quando o professor se defronta com as próprias decisões a respeito da prática que realiza. O compromisso com a comunidade está relacionado à possibilidade de equacionar as expectativas sociais ao currículo, mediar conflitos e lidar com questões sociopolíticas que interferem no ofício de ensinar. Devido à responsabilidade pública da profissão docente, a prática profissional deve-se constituir de forma partilhada, e não isolada. A competência profissional refere-se aos recursos intelectuais empregados na construção do repertório de conhecimentos profissionais, habilidades e técnicas para desenvolver a ação didática, a análise e reflexão sobre a prática e condição de intervir no meio externo para favorecer o ensino. (Gorzoni; Davis, 2017, p. 1400)*

A partir destas três dimensões consideradas por Contreras (2002), compreendemos que este autor advoga a favor da ruptura do modelo da racionalidade técnica. Modelo este em que prescinde da capacidade de reflexão do docente durante sua formação e também durante a sua atuação profissional. A adoção, por décadas, do modelo da racionalidade técnica no campo educacional resultou na perda gradativa da autonomia do professor. Observamos, desta forma, a proletarização do trabalho docente por meio da racionalização do trabalho docente.

Contreras (2002) sintetizou as principais motivações que levaram a proletarização do trabalho docente. A primeira delas é a separação entre concepção e execução no processo produtivo, em que o docente passa a ser um mero executor de tarefas sobre as quais não decide. O segundo ponto levantado pelo autor é a desqualificação, sendo essa responsável pela perda dos conhecimentos e habilidades para planejar, compreender e agir sobre a própria produção docente. O terceiro ponto é a perda de controle sobre seu próprio trabalho, fazendo com que o docente fique submetido ao controle e às decisões do capital e, conseqüentemente, perdendo a sua capacidade de resistência.

Por outro lado, Contreras (2002) salienta que os docentes, possuidores de diferentes interesses e valores, não se comportam da mesma forma quando se trata da sua autonomia profissional. O autor acredita que os professores exercem seu papel docente a partir da concepção profissional que concebem e da forma como entendem o processo de ensino-aprendizagem. E é neste contexto, e também buscando identificar os diferentes perfis profissionais dos professores, que Contreras (2002) propõe os três modelos formativos docente, sendo eles o professor especialista técnico, o professor reflexivo e o professor intelectual crítico.

Apresentaremos estes três modelos de forma sucinta em seguida.

No modelo de professor como especialista técnico, o docente “não dispõe em princípio das habilidades para a elaboração das técnicas, mas apenas para sua aplicação” (Contreras, 2002, p. 96). Em outras palavras, o especialista técnico é o professor sem criticidade política e que associa suas ações a uma autonomia ilusória. Este mesmo professor possui postura profissional rígida, autoritária e inquestionável. Nessa perspectiva o ensino é tomado “como aplicação técnica, como prática dirigida à obtenção de resultados ou produtos previamente definidos, não é uma prática criativa, e sim apenas reprodutiva, dirigida a reproduzir nos alunos os objetivos que guiam seu trabalho” (Contreras, 2002, p.101).

No que tange o modelo de professor como profissional reflexivo, os docentes elaboram compreensões específicas dos casos problemáticos no próprio processo de atuação. Com isso, seu fazer docente será coerente com a finalidade, o sentido e os valores educativos por ele abraçados Contreras (2002). Neste modelo, a ação somente pode ser decidida pelos que a praticam e não por instâncias alheias. Com isso, o modelo de professor como profissional reflexivo compreende a autonomia como uma ação individual, em que as deliberações são realizadas a partir da própria experiência e do que é pertinente para a mesma. Contreras (2002, p. 132) adverte o possível isolamento que o professor reflexivo pode se submeter e aconselha que este arquitete “relações entre a prática reflexiva do ensino em sala de aula e a participação nos contextos sociais que afetam sua atuação”.

O modelo de professor como intelectual crítico surge em oposição à perspectiva técnica e posiciona o docente como um intelectual na resolução de problemas e situações da vida social. Desta forma, este professor não deve apenas compreender as circunstâncias em que o ensino acontece, mas deve, principalmente e juntamente aos seus alunos, desenvolver as bases para a crítica e a transformação das práticas sociais que se constroem dentro e fora dos muros da escola. Aqui o professor é tomado como um intelectual transformador – aquele que possui sólidos referenciais políticos e morais, além de carregar consigo a compreensão do que é o ensino conjuntamente com as suas finalidades e função social. Dito de outra forma, o professor do modelo intelectual crítico atua na transformação social fazendo uso de sua capacidade de pensar e agir criticamente (Contreras, 2002).

Apresentados os modelos de profissionalidade docente segundo Contreras (2002), informamos que fixaremos nosso interesse nestes três modelos apresentados e nas categorias, também propostas por este autor, para caracterizar a profissionalidade docente - *concepção de autonomia, obrigação moral, compromisso com a comunidade e competência profissional*.

Nosso interesse por estes tópicos se justifica por nossa pretensão de realizar reflexões (não unicamente, mas principalmente) utilizando estes conteúdos e relacionando-os com o pertencimento, enquanto categoria que surge da epistemologia prigoginiana no sentido de corroborar com o projeto progressista de educação e de mundo do qual acreditamos.

#### 4.3 APRESENTAÇÃO DA TESE E DO OBJETIVO GERAL

Como pedir para que o professor de ciências utilize conhecimentos científicos, tecnologias educacionais e estratégias didáticas inovadoras e criativas para ensinar sobre uma ciência que talvez ele não se sinta integrante? Como ter maestria ao ensinar sobre um universo no qual (possivelmente) se é um corpo estranho? Essas foram algumas das questões nos inquietaram e foi a partir delas, e da discussão até aqui desenvolvida que nos direcionamos para a análise da concepção de pertencimento, a partir da visão epistemológica de Prigogine, em cada um dos modelos formativos de docentes. Buscaremos, dessa forma, mostrar como o pertencimento prigoginiano converge, diverge ou é limitado nestes modelos, no sentido de auxiliar no preenchimento de algumas possíveis lacunas presentes nos modelos formativos de docentes.

Por fim, diante de todo o apresentado, em virtude da trajetória do pesquisador enquanto educador e da urgência de discussões acerca dos saberes implicados na atividade docente, levantamos a tese de *que a categoria pertencimento à ciência, advinda do constructo epistemológico prigoginiano, deve ser considerada nas proposições feitas no campo da formação de professores da área de Educação em Ciências, pois a sua existência interfere diretamente no perfil profissional tomado pelo professor em seu fazer docente.*

A partir da problematização abordada anteriormente, centrada no posicionamento do professor de Ciências no mundo, esta pesquisa doutoral tem como objetivo geral *propor e refletir sobre a importância da categoria pertencimento à ciência, numa perspectiva majoritariamente ontológica e epistemológica, na formação profissional do docente. Almeja-se contribuir, desta forma, com os processos de formação de professores ao considerar esta categoria durante a análise dos perfis profissionais adotados pelos professores da área de Educação em Ciências.*

Ressaltamos ainda que, para além de todo o exposto até então, esta tese ainda traz como pano de fundo a pretensão de explorar, evidenciar e destrinchar todo potencial que a obra prigoginiana tem como referencial teórico para as discussões epistemológicas que se sucedem

na área de Educação em Ciências.

#### *4.4 METODOLOGIA*

Esta tese é composta por seis artigos. De forma holística, trata-se de uma pesquisa exploratória com abordagem majoritariamente qualitativa e, no que tange ao procedimento da pesquisa, ela é classificada como bibliográfica (Gil, 2008). As análises dos dados coletados são realizadas utilizando a análise de conteúdo (Bardin, 2000) ou a análise textual discursiva (Moraes; Galiazzi, 2007), a depender da especificidade de cada artigo. No entanto, ressaltamos que cada artigo explicita a metodologia adotada na sua construção.

No quadro 01 se encontra a ordem, o título, os objetivos, a importância e o estágio de cada um dos sete artigos que compõem esta tese doutoral.

Quadro 01. Informações sobre os artigos que compõem a Tese.

Número e título	Objetivos	Importância para a tese	Estágio (Qualis Capes / Área)
<p><i>1 - Possíveis contribuições de Ilya Prigogine para a consolidação de uma filosofia propriamente química</i></p>	<p>Posicionar Prigogine como um potencial contribuinte para a consolidação da Filosofia da Química.</p> <p>Apontar possíveis contribuições da obra prigoginiana para o estabelecimento da Filosofia da Química.</p>	<p>Artigo faz parte da história da tese e oportunizou o pesquisador a encontrar o problema de pesquisa atual.</p>	<p>Submetido à revista <i>REDEQUIM - Revista Debates em Ensino de Química</i>. (A3 / Ensino)</p> <p>Versão com análise educacional: <b>Publicado</b> como trabalho completo com apresentação oral no 18º SIMPEQUI - Simpósio Brasileiro de Educação Química.</p>
<p><i>2 - Prazer, Prigogine!</i></p>	<p>Introduzir Ilya Prigogine, exibindo sua bibliografia e explanando seu constructo teórico.</p> <p>Apresentar as principais contribuições da epistemologia prigoginiana, assim como suas principais críticas, potencialidades e limitações.</p>	<p>A assimilação dos pressupostos teóricos de Prigogine se faz necessária para a compreensão assertiva de sua utilização durante o desenvolvimento da tese.</p>	<p><b>Aceito</b> na revista <i>Em Construção: arquivos de epistemologia histórica e estudos de ciências</i>. (B2 / Ensino)</p>
<p><i>3 – Os pressupostos teóricos de Ilya Prigogine e a epistemologia crítica – um diálogo de convergências?</i></p>	<p>Posicionar Prigogine como epistemólogo.</p> <p>Mostrar que Prigogine pode ser utilizado como um referencial teórico epistemológico de cunho progressista.</p>	<p>A perspectiva do pesquisador, a concepção de pertencimento e de Educação aqui adotadas precisam dialogar com o posicionamento epistemológico do principal referencial teórico desta tese.</p>	<p><b>Publicado</b> na revista <i>Educação e Filosofia</i>. (A2 / Ensino)</p>

<p>4 - <i>Análises e reflexões sobre a presença do referencial epistemológico prigoginiano nas teses e dissertações da área de Educação em Ciências</i></p>	<p>Evidenciar a utilização de Prigogine como referencial teórico no campo de Educação em Ciências.</p> <p>Analisar a forma como o referencial prigoginiano tem sido utilizado nos trabalhos da área Educação em Ciências.</p>	<p>Apresentar o estado arte conferirá maior relevância à tese, pois descortinará a utilização de um referencial pertinente, mas que nos parece, preliminarmente, ser pouco explorado no domínio da Educação em Ciências.</p>	<p>Parte I: <b>Publicado</b> como trabalho completo e com apresentação oral no XIV ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.</p> <p>Parte II: <b>Publicado</b> na revista <i>Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências</i>. (A1 / Ensino)</p>
<p>5 - <i>O pertencimento do docente à ciência que ele ensina – uma análise a partir da perspectiva epistemológica prigoginiana</i></p>	<p>Discutir e problematizar os entrelaçamentos entre o pertencimento, a ciência e o docente que ensina essa ciência.</p>	<p>Este artigo subsidia a proposta central de discussão da tese, conectando o pensamento-Prigogine ao pertencimento e à percepção de ciência do docente de ciências. Esta investigação servirá como embasamento teórico para os próximos artigos.</p>	<p>A ser submetido após considerações da banca.</p>
<p>6 – <i>A compreensão do pertencimento epistemológico nos modelos formativos de professores sintetizados por Contreras</i></p>	<p>Verificar a presença e/ou ausência da categoria pertencimento à ciência nos três modelos de compreensão da prática docente sintetizados por Contreras.</p> <p>Aprofundar as discussões acerca da influência da categoria pertencimento à ciência nestes três modelos.</p>	<p>A discussão deste trabalho se apresenta como uma contribuição original para o campo de Educação em Ciências ao entrelaçar uma categoria advinda do referencial epistemológico prigoginiano – o pertencimento à ciência - com uma importante teoria do campo da formação de professores – os modelos de formação docente segundo Contreras.</p> <p>Este artigo também ratifica nossa hipótese de negligência da categoria pertencimento nos modelos de compreensão da prática docente sintetizados por Contreras, abrindo espaço para propormos uma propormos uma resposta para esta problemática no artigo posterior.</p>	<p>A ser submetido após considerações da banca.</p> <p>Devido a extensão desse trabalho, pretende-se submeter 4 diferentes artigos. Três com a análise do perfil profissional de cada um dos modelos sintetizados por Contreras e um de síntese dessas discussões.</p>

## REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO

ALMEIDA, M. C. A ciência como bifurcação: uma homenagem à Ilya Prigogine. **Revista FAMECOS**, v. 11, n. 23, p. 77, 2004.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2000.

CARVALHO, R. F. **As contribuições do físico-químico Ilya Prigogine para uma nova compreensão da História**. In: XXIX Simpósio Nacional de História - Contra os preconceitos: História e Democracia. Brasília, jul. 2017. Disponível em: <[https://www.snh2017.anpuh.org/resources/anais/54/1488759492\\_ARQUIVO\\_Ascontribuicoesdofisico-quimicoIlyaPrigogineparaumanovacompreensaodaHistoria.pdf](https://www.snh2017.anpuh.org/resources/anais/54/1488759492_ARQUIVO_Ascontribuicoesdofisico-quimicoIlyaPrigogineparaumanovacompreensaodaHistoria.pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2020

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89–100, abr. 2003.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002.

EARLEY, J. E. SOME PHILOSOPHICAL INFLUENCES ON ILYA PRIGOGINE'S STATISTICAL MECHANICS. **Foundations of Chemistry**, v. 8, n. 3, p. 271–283, 30 nov. 2006.

GASTAL, C. A.; PILATI, R. Escala de Necessidade de Pertencimento: Adaptação e Evidências de Validade. **Psico-USF**, v. 21, n. 2, p. 285–292, ago. 2016.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GORZONI, S. D. P.; DAVIS, C. O conceito de profissionalidade docente nos estudos mais recentes. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, n. 166, p. 1396–1413, dez. 2017.

GUIMARÃES, M.; FREIRE, L.; FIGUEIREDO, J. O papel dos professores/educadores ambientais e seus espaços de formação. Qual é a educação ambiental que nos emancipa? **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 117, 31 out. 2016.

LONGHINI, M. D. O conhecimento do conteúdo científico e a formação do professor das séries iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 2, p. 241–253, 2008.

MARUANI, J. Obituary: Ilya Prigogine (1917-2003): Obituary. **International Journal of Quantum Chemistry**, v. 99, n. 4, p. 183–184, 15 set. 2004.

MASSONI, N. T. Ilya Prigogine: uma contribuição à filosofia da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 2308-1-2308–8, 2008.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. DO C. **Análise textual: discursiva**. Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2007.

PRIGOGINE, I. **Do ser ao devir - Coleção Nome de Deuses**. 1. ed. [s.l.] Unesp, 2002.

PRIGOGINE, I. **Ciência, Razão e Paixão / Ilya Prigogine**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A Nova aliança: a metamorfose da ciência**. Brasília: Universidade de Brasília, 1991.

SÁ, L. M. Pertencimento. In: FERRARO, L. A. (Ed.). . **Encontros e Caminhos: formação de educadores (as) ambientais e coletivos educadores**. Brasília: MMA Diretoria de Educação Ambiental, 2005.

SEIXAS, R.; CALABRÓ, L.; SOUSA, D. A Formação de professores e os desafios de ensinar Ciências. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 289–303, 23 fev. 2017.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petropolis: Vozes, 2014.

**ARTIGOS**

*Você me pergunta pela minha paixão.*

*Digo que estou encantado como uma nova invenção.*

Como nossos pais – Belchior, 1976.

## APRESENTAÇÃO DO ARTIGO 1

*Possíveis contribuições de Ilya Prigogine para a consolidação de uma filosofia propriamente química* foi o primeiro artigo escrito para compor esta Tese. Sua silhueta começou a ser desenhada ainda nas minhas primeiras orientações, quando eu demonstrei interesse em desenvolver reflexões sobre a Filosofia da Química. Meu intuito era aplicar as discussões tecidas no contexto filosófico da Química e levá-las para o campo da educação em Química.

Logo em seguida, ao aprofundar meus estudos sobre a área da Filosofia da Química, fui surpreendido pela informação de que esta é uma área ainda em consolidação, diferentemente do que acontece com a biologia, a Física e a matemática – que já possuem suas respectivas filosofias bem estruturadas. Assimilei, desta forma, que, apesar do esforço de diversos pesquisadores nacionais e internacionais, a Filosofia da Química ainda luta por um espaço de destaque no campo da filosofia das ciências.

O que em primeiro momento me pareceu frustrante, logo em seguida começou a me motivar. Naquele breu, a silhueta da minha proposta parecia ter apenas um fino contorno. Eu queria entender o porquê a Filosofia da Química tinha tomado um rumo diferente das outras frentes e ensejava, principalmente, contribuir para a existência efetiva de uma filosofia Química. Mas como? O caminho foi me debruçar em artigos e livros sobre a Filosofia da Química. Um momento muito intenso e valoroso para mim, como pesquisador químico, ser oportunizado a mergulhar na Epistemologia da Química<sup>3</sup>.

E foi em um destes mergulhos que me defrontei com a obra de Ilya Prigogine e me senti maravilhado com a sua proposta filosófica. Por diversos motivos, principalmente os de construção sócio-histórica e epistemológica, me senti conectado ao pensamento-Prigogine. Acredito que nunca fui posto em contato com uma proposta epistemológica tão original e humana. As reflexões de Prigogine me cativaram.

Confesso também que me senti ainda mais instigado a explorar o universo Prigogine quando percebi que suas ideias filosóficas não têm utilização tão difundida quanto outros epistemólogos, como Kuhn e Bachelard, por exemplo, e que isso possivelmente se deve a ousadia de sua proposta.

Com isso, busquei as relações de Prigogine com a Filosofia da Química e visualizei que

---

<sup>3</sup> Filosofia da Química e Epistemologia da Química são tomados como sinônimos no contexto desta tese.

ele era um autor que corriqueiramente era citado como um possível contribuinte para a elaboração de um programa teórico para a Filosofia da Química. Por outro lado, não havia nenhum estudo que mostrasse efetivamente como isso aconteceria. Naquele momento eu vi a silhueta da minha pesquisa: analisar se a obra prigoginiana poderia, de fato, contribuir para a consolidação da Filosofia da Química.

E é assim que os convido a refletirem comigo se Prigogine tem pertinência para ser considerado um filósofo da Química, se as suas ideias podem contribuir para a discussão e consolidação de uma filosofia propriamente química e se as discussões de Prigogine têm sido utilizadas nos trabalhos de Filosofia da Química.

Que os senhores possam fazer uma boa leitura.

## POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES DE ILYA PRIGOGINE PARA A CONSOLIDAÇÃO DE UMA FILOSOFIA PROPRIAMENTE QUÍMICA

### RESUMO

Em meio à emergência de uma filosofia propriamente química, Ilya Prigogine – químico que estudou a termodinâmica, mas que também desenvolveu elaboradas discussões filosóficas a partir de sua pesquisa – se evidencia como um importante contribuinte para a consolidação desse campo. Nesse sentido, pretende-se analisar como as ideias do químico Ilya Prigogine têm sido apresentadas nos textos filosóficos da *Hyle* e da *Foundations of Chemistry*, os dois principais periódicos que versam especificamente sobre a Filosofia da Química. De maneira geral, constatou-se que a principal contribuição de Prigogine para a Filosofia da Química é o seu potencial de reinterpretação de temáticas já discutidas – mas que precisam ser revisitadas – por meio de uma nova leitura de mundo, chamada por Prigogine de Nova Aliança. Por outro lado, observou-se que a obra prigoginiana, apesar de sua relevância e pertinência, não tem sido efetivamente utilizada nos trabalhos que versam sobre os conteúdos da Filosofia da Química.

**Palavras-chave:** Epistemologia da Química; Obra prigoginiana; Reduccionismo; Nova aliança.

### POSSIBLE CONTRIBUTIONS BY ILYA PRIGOGINE FOR THE CONSOLIDATION OF A PHILOSOPHY OF CHEMISTRY

### ABSTRACT

Amid the emergence of a properly chemical philosophy, Ilya Prigogine – a chemist who studied thermodynamics, but who also elaborated on his research – stands out as an important contributor to the consolidation of this field. In this sense, it is intended to analyze how the ideas of the chemist Ilya Prigogine have been incorporated in the philosophical texts of *Hyle* and *Fundamentals of Chemistry*, the two main journals that deal specifically with the philosophy of chemistry. In general, it was found that Prigogine's main contribution to the philosophy of chemistry is its potential for reinterpreting themes already discussed – but that need to be revisited – through a new reading of the world, called by Prigogine the New Alliance. On the other hand, it was observed that the Prigoginian work, despite its transformation and relevance, has not been used as work in works that deal with the contents of the philosophy of chemistry.

**Keywords:** Epistemology of chemistry; Prigoginian work; Reductionism; New alliance.

### POSIBLES CONTRIBUCIONES DE ILYA PRIGOGINE A LA CONSOLIDACIÓN DE UNA FILOSOFÍA PROPIAMENTE QUÍMICA

### ABSTRACT

En medio del surgimiento de una filosofía propriamente Química, Ilya Prigogine, un químico que estudió termodinámica pero también desarrolló elaboradas discusiones filosóficas a partir de su investigación, se destaca como un importante contribuyente a la consolidación de este campo. En este sentido, se pretende analizar cómo las ideas del químico Ilya Prigogine han sido presentadas en los textos filosóficos de *Hyle* y *Foundations of Chemistry*, las dos principales revistas que se centran específicamente en la filosofía de la Química. En general, se ha

constatado que la principal contribución de Prigogine a la filosofía de la Química es su potencial para reinterpretar temas que ya se han discutido, pero que necesitan ser revisitados a través de una nueva lectura del mundo, que Prigogine llama "Nueva Alianza". Por otro lado, se ha observado que la obra de Prigogine, a pesar de su relevancia y pertinencia, no se ha utilizado de manera efectiva en los trabajos que tratan sobre los contenidos de la filosofía de la Química. **Palabras clave:** Epistemología de la Química; Obra de Prigogine; Reduccionismo; Nueva Alianza.

## INTRODUÇÃO

A Filosofia da Química, mesmo que possua suas particularidades filosoficamente relevantes que não são encontradas nas outras ciências, ainda pleiteia atenção nos debates da filosofia da ciência. E mesmo que haja pontos em comum com as outras ciências, é preciso que a singularidade da Química seja assimilada pela comunidade científica. Por outro lado, cada vez mais parece haver consenso no meio acadêmico de que a Química não só merece, como precisa de seu lugar no mundo filosófico (Ribeiro, 2014).

Ao que tudo indica, a displicência com a Filosofia da Química por grande parte dos filósofos da ciência decorre por uma série de fatores históricos. Kavalek *et al* (2015, p. 1) apontam que “Química e filosofia tiveram pouco diálogo durante o século XX”. Por terem pouco ou nenhum interesse em assuntos relacionados à filosofia da ciência, os químicos ficaram praticamente invisíveis no curso das *Guerras da Ciência* por um lugar na filosofia<sup>4</sup> (Scerri, 2003).

Bejarano *et al.* (2018, p. 394) explicitam que “a elaboração do conhecimento químico, sua natureza e sua peculiar forma de explicar os fenômenos da natureza” fez com que as discussões filosóficas da Química fossem, em grande parte, menosprezadas pela hegemônica filosofia da ciência. Com isso, a filosofia da ciência se viu inundada de pensadores com especialização em lógica matemática e/ou Física. Desde então, a filosofia da ciência tem sido continuamente levada para lugares reconhecidos por levantar reflexões sobre conceitos básicos que se mostram estranhos à Química.

Outra explicação para este fato é a proximidade da Química com a tecnologia. As raízes históricas da Química no pragmatismo e no intervencionismo acabam por dificultar a concepção dos limites do que é a ciência acadêmica e a ciência industrial (Bejarano *et al.*, 2018). Brakel (2000) remete este contexto à inexistência de uma pergunta fundante e filosófica que consiga

---

<sup>4</sup> Cabe a ressalva de que a Química desempenhou um papel significativo na tradição francesa no período que compreende entre 1900 e 1960 e isso se deve a prestigiada presença de Duhem, Meyerson e Bachelard neste cenário. Estes pesquisadores centravam esforços em descobrir como algo (o átomo) permanece constante e inalterado quando acontecem as mudanças na matéria (Bensaude-Vincent, 2005; Bejarano *et al.*, 2018).

interligar os conteúdos cognitivos da Química.

Diferente do exposto, Kavalek *et al.* (2015, p. 4) defendem que “a relação entre filosofia e Química deve ser problematizada, escrutinada, mapeada e cartografada”, ratificando a necessidade de uma filosofia que se atente especificamente para as questões Químicas – a Filosofia da Química.

Partindo do pressuposto que a filosofia da Física, da biologia e da matemática se apresentam como subáreas já consolidadas da filosofia da ciência, é comum o questionamento do porquê o mesmo não ocorre para o estabelecimento de uma Filosofia da Química. Para Bhushan e Rosenfeld (2000), afirmar que não existam questões filosóficas pertinentes na Química já não é mais possível, tanto que diversos pensadores já se renderam ao abastado universo químico. Isso porque a Química se mostra como uma ciência criativa, indutiva, prática, histórica, relacional, diagramática, classificatória, podendo, inclusive, ser o próprio modelo de tecnociência<sup>5</sup> e de ciência interdisciplinar (Kavalek *et al.*, 2015).

Hodiernamente, os esforços da principiante Filosofia da Química têm se concentrado em discutir o suposto reducionismo da Química à Física – propagação do pensamento de que as teorias e explicações advindas da Química são, na verdade, oriundas da compreensão da Física -, sendo esta a temática com maior desenvolvimento até o momento (Labarca, Bejarano & Eichler, 2013).

No que concerne ao campo educacional, a contribuição da Filosofia da Química para o ensino de Química ainda é um campo pouco explorado porém muito relevante (Ribeiro, 2014). Bejarano *et al.* (2018) cita, por exemplo, que o debate das temáticas próprias da filosofia corroboraria para o desenvolvimento de uma concepção epistemológica mais apropriada nos cursos de formação de professores.

Em meio à emergência da Filosofia da Química, seus obstáculos, sua importância para o ensino de Química, surge a necessidade de autores que contribuam efetivamente para a

---

<sup>5</sup> O termo *tecnociência* foi instituído pelo filósofo belga Gilbert Hottois no final dos anos setenta, porém o termo foi inspirado pelo filósofo francês Gaston Bachelard (1991) através de sua obra *Le nouvel esprit scientifique*. Tecnociência é, segundo Donato & Portella (2007), “um conceito amplamente utilizado na comunidade interdisciplinar de estudos de ciência e tecnologia para designar o contexto social e tecnológico da ciência”. Enquantoque Nordmann (2011, p. 470) conceitua tecnociência como “uma espécie de pesquisa em que a representação teórica e a intervenção técnica não podem ser mantidas ou separadas nem mesmo no pensamento”.

Segundo Koslowski (2015) o termo Tecnociência é demasiadamente empregado por autores pós-modernos. O autor ainda afirma que é evidente que grande parte da produção sobre tecnociência é desenvolvida por marxistas, ambientalistas, feministas, hermenêutas e sociólogos do conhecimento científico. Ainda Koslowski (2015, p. 20) comenta é corriqueiro que Tecnociência seja implicitamente compreendida como “uma forma nova de praticar a ciência que intensifica a interação entre a ciência e a tecnologia, bem como a ciência e tecnologia transformadas em um negócio nas sociedades capitalistas modernas e ideologicamente neoliberais do século XX”.

consolidação deste campo. Neste sentido, Ilya Prigogine – um químico russo que viveu a maior parte da sua vida na Bélgica e que dedicou sua vida à pesquisa com ênfase na interface entre Química, Física e filosofia (Claesson, 1977) – parece ser um nome promissor para o enriquecimento da discussão filosófica da Química.

Prigogine, desde a adolescência leu muitos textos filosóficos e a importância da filosofia clássica em sua obra é evidente. Inclusive foi influenciado por diversos autores do campo da filosofia, como por exemplo, Boltzmann (apesar de se mostrar insatisfeito com alguns pontos da teoria do físico e filósofo alemão<sup>6</sup>). Porém o que lhe fixou a atenção foram as discussões de Bergson sobre o *tempo*<sup>7</sup>, enxergando ali a possibilidade e a necessidade de maiores investigações sobre essa temática. Com isso, o *tempo* é sempre discutido na obra prigoginiana, principalmente no que se refere à sua relação com o surgimento de novos tipos de organização (Earley, 2006).

O trabalho científico de Prigogine faz referência direta com complexas problemáticas encontradas não só na Química, mas também na engenharia, na biologia e nas ciências sociais, de uma forma que a ciência Física raramente o faz. E apesar de nunca ter se autointitulado filósofo, em suas publicações, ele partilhou a opinião de que sua pesquisa científica tem grande importância filosófica. (Earley, 2006)

Honrado com o Prêmio Nobel de Química de 1977 por suas contribuições à termodinâmica do não-equilíbrio e pela teoria das estruturas dissipativas, Prigogine aponta que a ordem dá origem a desordem, que o tempo é, na realidade, irreversível e que existe uma “flecha do tempo” indicadora de probabilidades e não de certezas. Desta forma, suas reflexões revolucionárias questionam a função do tempo, do conhecimento e das leis fundamentais que governam o universo (Massoni, 2008).

Prigogine afirmava que acontece agora a reconciliação não só do homem com a natureza, mas também da ciência com a filosofia, o que ele intitulava de *Nova Aliança*. Suas proposições tinham o intuito de mostrar que “a evolução do universo abriga desvios, flutuações, bifurcações e acontecimentos criadores de novas ordens” (Almeida, 2004, p. 78).

Considerando a existência e relevância desse arcabouço teórico de Prigogine e atrelando-o ao contexto filosófico que a Química dispõe na atualidade, emergem as seguintes

---

<sup>6</sup> Prigogine, ao defender que os processos irreversíveis são dotados do papel construtivo, acredita que, diferentemente do que se insiste em acreditar, a identificação da entropia somente como desordem molecular não contempla a grandiosidade do conceito em questão.

<sup>7</sup> Assim como Bergson, Prigogine considerava o tempo como objetivo, real e criativo e não como resultado da inadequação humana ou de alguma peculiaridade do estado inicial do universo (Earley, 2006).

questões: Prigogine, químico que estudava a termodinâmica, tem pertinência para ser considerado um filósofo da Química? Algumas das ideias de Prigogine podem contribuir para a discussão e consolidação de uma filosofia propriamente química? As discussões de Prigogine têm sido utilizadas nos trabalhos de Filosofia da Química?

A partir do exposto, *pretende-se analisar como as ideias do químico Ilya Prigogine têm sido apresentadas nos textos filosóficos da Química e explorar as possíveis contribuições do seu pensamento epistemológico para o entendimento da estrutura do conhecimento da ciência Química*. Como hipótese, acredita-se que alguns aspectos das ideias prigoginianas possam contribuir para o fortalecimento do programa da Filosofia da Química, isso porque Prigogine, um autêntico químico, experimentou a filosofia em seu fazer científico e com ela teve ricos diálogos.

## **O RECORRENTE DILEMA DO REDUACIONISMO**

Uma rica experiência pode ser trazida ao se empregar os afamados temas da filosofia da ciência no opulente mundo químico (Bensaude-Vincent, 2005). No entanto, Bhushan e Rosenfeld (2000) indicam que unificar estes dois mundos têm como obstáculo a ideia de reducionismo da Química – propagação do pensamento de que as teorias e explicações advindas da Química são, na verdade, oriundas da compreensão de outras ciências.

O apelo às considerações metaFísicas da Química parece estar minado pelas colocações de muitos pesquisadores que alegam falsamente que a Química se tornou uma ciência reduzida ou uma ciência a serviço da Física e da biologia. Comumente aceita, essa visão reducionista torna nebulosa a necessidade de uma ontologia<sup>8</sup> ou metaFísica<sup>9</sup> específica para a Química (Scerri, 2005). Reforçando ainda mais a reivindicação dos químicos, Scerri (2003) explana sobre a inviabilidade de unificação de uma única filosofia da ciência,

---

<sup>8</sup> “Ontologia é a parte da filosofia que especula sobre "o ser enquanto ser". É o estudo do conhecimento do que são as coisas em si mesmas, enquanto substâncias no sentido cartesiano e leibniziano da palavra, por oposição ao estudo das aparências ou dos seus atributos” (Lalande & Correia, 1996).

<sup>9</sup> Secco (2013) afirma que a metaFísica é definida, desde Aristóteles, como a ‘filosofia primeira’ ou aquela que se ocupa do Ser e de suas determinações e que, concomitantemente, se ocupa de algo que é superior ou supremo na ordem dos seres e, por extensão, na ordem do conhecimento destes seres.

*[...] tornou-se cada vez mais claro para os filósofos da ciência que pode ser impossível formalizar ou mesmo caracterizar a ciência como um todo de maneira bem-sucedida. As três principais ciências naturais da Física, Química e biologia mostram diferenças consideráveis entre si, e o que é verdade sobre a Física provavelmente não é verdadeiro para a biologia, para considerar o contraste mais óbvio. É por isso que os filósofos da ciência largamente abandonaram a busca por uma explicação abrangente do método científico e concentraram-se no desenvolvimento de entendimentos filosóficos de cada ciência natural separada. [...]* (Scerri, 2003, p. 473)

*[...] Já se foram os dias da “filosofia heróica da ciência” quando um Popper, um Kuhn ou um Lakatos ousariam se pronunciar sobre toda a ciência. É em parte porque esses filósofos tentaram lançar suas redes de forma muito ampla para não terem conseguido obter nenhum critério duradouro para descrever a natureza do método científico.* (Scerri, 2003, p. 473)

Apesar de grande quantitativo de trabalhos da Filosofia da Química discutir a natureza dos fenômenos que *aparentam* pertencer tanto à Química quanto à Física, a quase totalidade das opiniões contidas nessas investigações nega a redução da Química à Física (Lemes & Porto, 2013). Bensaude-Vincent (2005) advoga, também em favor da Química, que cada ciência estabelecida tem a capacidade de moldar uma identidade filosófica própria. Indo nesta direção, Lombardi & Labarca (2005) reivindicam que a Química tenha autonomia, no mínimo, ao que se relaciona aos seus aspectos epistemológicos e ontológicos. Com isso Nordmann (2006) explana a pertinência da “metaQuímica”<sup>10</sup>, diferenciando-a da metaFísica:

*A prioridade da (meta)Física, portanto, consiste na imagem cientificamente pretendida de um mundo objetivamente cognoscível, as causas finais e formais da investigação científica. A prioridade da (meta)Química, por outro lado, consiste na produção sintética deste mundo estável de representação, as causas materiais e eficientes da investigação científica.* (Nordmann, 2006, p. 357)

Comparando-se as proposições da Filosofia da Química com as questões levantadas pela mecânica quântica ou pela biologia evolutiva, é questionado se as primeiras conseguem fazer emergir profunda complexidade conceitual. Por outro lado, é inegável que as questões trazidas pela Filosofia da Química são primordiais para a compreensão do conhecimento químico, que faz com que a ciência tenha progresso.

---

<sup>10</sup> Bachelard (1991b), em seu livro *A Filosofia do não*, de forma otimista, cunha o termo metaQuímica e diz que esta já parecia ser uma possibilidade. Bachelard, entretanto, afirma que a metaQuímica foi plenamente investigada por Latour (1999) em seu livro *Pandora's Hope: Essays on the Reality of Science Studies*, ainda que o autor nunca tenha utilizado o termo metaQuímica. Para Latour a metaQuímica seria uma maneira de dissolver os pseudoproblemas metafísicos da ciência em geral.

*[...] Naturalmente, os filósofos da ciência têm sua atenção concentrada na Física, uma vez que é uma ciência fundamental. Mas o fundamental não significa necessariamente o mais importante e, tendo em vista a riqueza e complexidade da Química, que serve de elo entre a Física e a biologia, espera-se que o estudo filosófico acrescente grandes contribuições para a ciência como um todo. (Kavalek et al., 2015, p. 5)*

Enquanto a Física se questiona sobre o que é o universo e a biologia faz o questionamento do que é a vida, a Química é questionada quanto à presença ou não de uma questão fundante que leve às relevantes discussões filosóficas. Na perspectiva de Bejarano *et al* (2018, p. 397), “o legado do positivismo lógico e o domínio da Física em análises filosóficas ainda persistem” mesmo que já tenham sido confrontado por filósofos como Popper e Kuhn, que discursam contrariamente à ênfase nas análises lógicas de teorias científicas.

Para Mainzer (1997), tamanha é a particularidade da Química como ciência que até tópicos de pesquisa Química foram desenvolvidos com métodos e modelos matemáticos específicos para o mundo químico. Explicita-se, então, o objeto de estudo da Química, o qual se responsabiliza por analisar estruturas mais complexas do que apenas um átomo isolado.

*[...] a mecânica quântica opera sobre átomos como peças separadas, enquanto a Química, opera considerando a maneira como os átomos estão organizados e relacionados uns com os outros. O arranjo dos átomos nas moléculas influencia suas propriedades, como no caso dos isômeros. Então, aspectos dinâmicos e complexos do sistema molecular, em reações Químicas, não podem ser explicados olhando-se para cada átomo isoladamente. (Lemes & Porto, 2013, p. 129)*

## **A EXIGÊNCIA DE UMA FILOSOFIA DA QUÍMICA**

Apesar de existirem questões fundamentais esperando serem abordadas por filósofos da Química – questões filosóficas que exigem compreensão Química e conhecimento filosófico, e não apenas uma familiaridade com alguma teoria de um filósofo em particular – “a institucionalização da Filosofia da Química, como uma área de pesquisa especializada, é um fenômeno relativamente recente” (Lemes & Porto, 2013, p. 122).

Desde o final dos anos 80, grupos de químicos, filósofos e historiadores da Química<sup>11</sup> começaram a se reunir regularmente em muitos países, como Holanda, Itália e Alemanha (Lemes & Porto, 2013). O intuito dessas reuniões era incitar discussões que promovessem a

---

<sup>11</sup> Lemes & Porto (2013, p. 122) alertam que essa emergente filosofia da Química não é um “esforço apenas de filósofos da ciência que se especializaram em um ramo, mas especialmente de químicos, educadores e também historiadores da Química que têm se dedicado a reflexões sobre as particularidades dessa ciência”.

consolidação da Filosofia da Química. Em 1994, aconteceu uma série de conferências internacionais que permitiram, em 1997, o estabelecimento da *International Society for the Philosophy of Chemistry*. Ainda nesse período, outro marco importante para a Filosofia da Química foi a criação de dois periódicos, *HYLE: International Journal for Philosophy of Chemistry* e *Foundations of Chemistry*.

O que difere o efetivo surgimento de uma Filosofia da Química nos anos 90 com o que era feito anteriormente, segundo Schummer (2006), foi o seu estabelecimento social. Se os pioneiros intelectuais pesquisavam com considerável isolamento, a nova geração tenta estabelecer pontes com os seus pares, procurando estabelecer contatos e trocas de ideias.

Bensaude-Vincent (2005), por exemplo, aponta que a Química desempenhou um papel significativo na rejeição da história da ciência positivista, sendo este um dos exemplos de relevância desta ciência. Já Schummer (2006) destaca a contribuição que a Filosofia da Química pode trazer para a filosofia da ciência como um todo:

*Como a Química é de longe a maior disciplina científica, com enorme impacto sobre todas as outras ciências experimentais, os filósofos da Química também fazem contribuições valiosas para nossa compreensão filosófica das ciências quando adaptam conceitos clássicos para uma compreensão da Química. Exemplos, [...], incluem os conceitos de experimento, lei, modelo, previsão, explicação, tipos naturais, substância e processo; as abordagens científicas para construção de conceitos, construção de modelos e classificação; o tratamento de teorias concorrentes; métodos de pesquisa no sentido de explorar o novo; o papel dos instrumentos na pesquisa; a distinção e relação entre ciência e tecnologia; e assim por diante. (Schummer, 2006, p. 28)*

Ainda nessa direção, Bensaude-Vincent (2005), apoiada nas discussões do filósofo francês Meyerson, coloca que cada ciência tem seus próprios *irracionais*, mas que o desafio inerente à Química é que seus irracionais são incorporados na matéria, ou seja, eles estão em toda parte. Desta forma, a Química – com seu complexo estilo de pensamento e sua dimensão multicontextual que prioriza o contexto da justificativa, da descoberta e da aplicação – muito pode contribuir com a filosofia da ciência (Ribeiro, 2014).

Corroborando com a discussão, Weininger (1998) afirma que, mesmo sendo as reações Químicas o centro de grande parte das pesquisas Químicas, o aparato conceitual para descrevê-las é surpreendentemente pobre quando comparado com a gama de conceitos utilizados para descrever as suas estruturas.

Em seu editorial *Substances versus Reactions*, Schummer (2004) discute que, enquanto a Física se ocupa com o contexto da justificativa, a Química, independentemente de tratar de

reações ou de substâncias, tem pertinente espaço nas discussões filosóficas. Com isso, o que se defende é uma abordagem integradora que conceitualmente combine substâncias e processos em uma rede de relações dinâmicas, de tal forma que substâncias e reatividades se definam mutuamente, tanto no nível experimental quanto no teórico (Schummer, 2004).

## PROPOSIÇÃO DE PROGRAMA PARA A FILOSOFIA DA QUÍMICA

Almejando notória visibilidade da Química na composição da filosofia da ciência, pesquisadores têm se dedicado à criação de um conjunto inicial de projetos na tentativa de validar a investigação em Filosofia da Química. No quadro 1, elaborado por Kavalek *et al* (2015), encontram-se sumariadas as propostas de linhas de pesquisa para um programa inicial da Filosofia da Química.

Quadro 1 – Proposta de programa inicial para a consolidação da Filosofia da Química.

<i>Problemas</i>	<i>Problemas associados</i>
Ontologia Química	Tipos naturais, referenciação, sistema de classificação, propriedades materiais e organizações das redes de relações, periodicidade.
Conceituação e representação	Linguagem icônica e diagramática; modelos; à explicação estrutural; dualidade e circularidade dos conceitos.
Questões fundacionais	Axiomatização da tabela periódica; teoria dos grupos; simetria e topologia.
Relação com a Física e com a biologia	Reduccionismo/emergentismo/pluralismo; autonomia da Química; ciência de serviço.

Fonte: Kavalek *et al.*, (2015).

Questões inerentes à própria Química também têm ganhado espaço nas investigações filosóficas da Química, tais como o problema dos conceitos de estrutura molecular, orbital atômico, ligação Química, os problemas de fundamentos da tabela periódica e dos modelos das explicações em Química (Labarca, Bejarano & Eichler, 2013).

Quanto às tendências, a produção científica acerca das questões da Filosofia da Química tem se concentrado em pesquisadores americanos e europeus (Kavalek *et al.*, 2015) e tal tendência pode ser visualizada pelo conteúdo dos dois principais periódicos da área. A *HYLE* apresenta grande contribuição de pesquisadores da Alemanha, França e Itália enquanto a *Foundations of Chemistry* tem maior participação de investigadores dos EUA e do Reino Unido. Ademais, Argentina, Colômbia, México, Venezuela, Uruguai tentam consolidar notório

espaço nas discussões da Filosofia da Química (Bejarano *et al.*, 2018).

Infelizmente, o cenário brasileiro, ainda que contando com a segunda maior comunidade de químicos no mundo, ainda não possui representação significativa ou autores de destaque internacional no campo da Filosofia da Química (Bejarano *et al.*, 2018; Ribeiro, 2014).

## **ILYA PRIGOGINE: A DESCOBERTA DE UM FILÓSOFO DA QUÍMICA**

Considerado o “poeta da termodinâmica” pela elegância e lucidez de sua obra, Ilya Prigogine é um químico russo que viveu maior parte da sua vida na Bélgica e dedicou sua vida à pesquisa com ênfase na interface entre Química, Física e filosofia (Claesson, 1977). Sua aptidão por música, literatura, arqueologia, psicologia, direito e história influenciaram em muito não só sua formação humanista, como sua obra.

Prigogine investigava a dinâmica dos sistemas longe do equilíbrio junto aos fenômenos irreversíveis e às estruturas dissipativas (Almeida, 2004). Para este pesquisador, os sistemas instáveis são o alicerce da descrição microscópica do mundo e estão estritamente ligados aos conceitos de irreversibilidade e flecha do tempo (Massoni, 2008). Prigogine (1997, p. 3) chega a afirmar que “somos na verdade filhos da flecha do tempo, da evolução, não seus progenitores”.

Segundo Almeida (2004) a base epistemológica prigoginiana é construída em torno dos conceitos de bifurcação (ordem do acontecimento novo) e o de flutuação (diz respeito ao não previsível que está em potencial). Para este autor a discussão de Prigogine é um aporte para a emergência das ciências da complexidade.

O senso comum dirige a leitura do caos como um fenômeno ligado à desordem e à imprevisibilidade, porém o caos oferece leituras ainda mais ricas do que as que supõem o senso comum (Prigogine, 2002). Prigogine relaciona o caos com a instabilidade dinâmica, logo, o caos, juntamente com as noções de probabilidade e de irreversibilidade, é inserido nas leis que regem a natureza. Tendo como pressupostos o indeterminismo, a seta do tempo e a irreversibilidade, o pensamento prigoginiano sugere que ocorra a reconstrução das leis que alicerçam a Física. Em outras palavras, Prigogine oportuniza a reinterpretação da linguagem utilizada para a descrição do universo (Chassott, 2003).

Ao propor essa nova leitura do mundo, o que Prigogine propõe é drasticamente inovador ao que ditam as ciências ocidentais, se configurando num ganho sem tamanho para o pensamento filosófico e científico. Se por um lado as publicações de Prigogine foram recebidas com grande entusiasmo em muitas partes do mundo, em contra-partida, também, geraram

desconforto generalizado na comunidade científica, principalmente entre os físicos (Earley, 2006). Sua leitura acerca do tempo, do espaço e da matéria é tão revolucionária que vai na contramão das que postularam importantes cientistas como Schrödinger, Bérqson, Newton e Einstein.

A Física clássica traz leis embasadas em um universo idealizado e ignoram a realidade do universo que nos é real, ou seja, instável e evolutivo (Prigogine, 1996). Na nova configuração prigoginiana, os sistemas estáveis são tomados como exceções, conflitando-se com o caso clássico que toma uma abordagem estatística e com o caso quântico que trabalha com as funções de onda (Almeida, 2008). O pensamento prigoginiano tenta fazer uma ruptura com este paradigma de que o instável deve ser tratado como exceção, mesmo sabendo que estes são os alicerces da ciência clássica (Massoni, 2008).

O método que Prigogine usou para estudar a estabilidade das estruturas dissipativas em meio a perturbações torna possível estudar os mais variados problemas, por exemplo: problemas de tráfego na cidade, a estabilidade das comunidades de insetos, o desenvolvimento de estruturas biológicas ordenadas e o crescimento de células cancerígenas (Claesson, 1977).

Ainda neste sentido, Prigogine tráz que a Física clássica postula as leis da natureza considerando que o universo opere majoritariamente de forma reversível, seguindo este fluxo atemporal, considera-se que não há distinção entre o passado e o futuro. Em sua teoria, compreende-se que a maioria dos processos que ocorrem no cotidiano são irreversíveis. Massoni (2008, p. 2308-2) cita como exemplos de processos irreversíveis “a decomposição radioativa, a fricção, a evolução cosmológica, a viscosidade que desacelera o movimento nos fluidos, a difusão térmica, as reações Químicas, os fenômenos de transporte”, dentre tantos outros.

Prigogine experimentou a filosofia e com ela teve ricos diálogos que culminaram em importantes contribuições à filosofia da ciência como um todo.

*A ciência clássica, a ciência mítica de um mundo simples e passivo, está prestes a morrer, liquidada não pela crítica filosófica nem pela resignação empirista, mas sim por seu próprio desenvolvimento. (...) A ciência de hoje não pode mais dar-se ao direito de negar a pertinência e o interesse de outros pontos de vista e, em particular, de recusar compreender os das ciências humanas, da filosofia e da arte. (Prigogine & Stengers, 1984, p. 41)*

Se tratando especificamente de seu pensamento filosófico, seus principais trabalhos foram construídos em colaboração com Isabelle Stengers, sendo eles *Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature* (Prigogine, Stengers & Toffler, 1984), *The End of Certainty:*

*time, chaos, and the new laws of nature* (Prigogine & Stengers, 1997) , *La nouvelle Alliance* (Prigogine & Stengers, 1983) e *Entre le temps et l'éternité* (Prigogine & Stengers, 1992).

Com a proposta da *Nova Aliança*, Prigogine coloca em questão a pertinência ética da ciência e discute a inviabilização de segregação entre ciências humanas, ciências da vida e ciências da natureza. Ao longo de sua obra, Prigogine diz que a ciência deve ser operacionalizada como ciência social. Deste modo, a propulsão da ciência não deve mais estar isolada das preocupações humanas. Neste sentido, em seu discurso ao receber o Prêmio Nobel de Química, Prigogine enfatiza:

*A ciência para o benefício da humanidade só é possível se a atitude científica estiver profundamente enraizada na cultura como um todo. Isso implica, certamente, uma melhor disseminação da informação científica do lado do público, mas também, por outro lado, uma melhor compreensão dos problemas do nosso tempo pela comunidade científica.*

Negando a causalidade linear e o determinismo newtoniano e valorizando a decisão e a vontade do ser humano, Prigogine discorre sobre as condições de possibilidades e afirma que o sujeito intervém no mundo de maneira criativa. Segundo o mesmo, o que nos diferencia dos demais seres é a consciência. Sendo seres conscientes, diante de um mundo com trajetórias incertas, as escolhas têm um peso privilegiado neste processo. Desta forma: “Pensar o incerto é pensar a liberdade”. Na perspectiva prigoginiana, seria a missão do homem, ainda que com suas limitações, encontrar o elo “entre a globalização e a preservação do pluralismo cultural, entre a violência e a política, e entre a cultura da guerra e a da razão.”

Para entender a relação de Prigogine com as ciências sociais é preciso abandonar a imagem do pesquisador puramente químico que tem sua pesquisa pertinente apenas para o objeto de estudo químico. Ao contrário disso, é preciso valorizar suas ricas reflexões sobre cultura, política e ética, sendo estes campos os objetos de investigação próprios das ciências sociais. As ideias prigoginianas contribuem principalmente para a consolidação da já citada *Nova Aliança*, responsável pelo entrelaçamento entre cultura científica e cultura humanística. Nessa mesma perspectiva, Prigogine também abarca em sua obra aspectos éticos no trabalho científico e a função política que a ciência tem.

Prigogine (2003) também dedicou parte de discussões para a validação da Química como ciência independente, se posicionando contra o reducionismo da Química à Física tendo como pressupostos sua percepção de tempo e a irreversibilidade dos processos.

*Em seu famoso livro sobre mecânica quântica, Dirac afirmou que a Química pode ser reduzida a problemas na mecânica quântica. É verdade que muitos aspectos da Química dependem de formulações de mecânica quântica. No entanto, existe uma diferença básica. A mecânica quântica, em sua forma ortodoxa, corresponde a uma descrição reversível do tempo determinístico. Isto não é assim para a Química. Reações Químicas correspondem a processos irreversíveis que criam entropia. Isto é, naturalmente, um aspecto muito básico da Química, que mostra que ela não é redutível à dinâmica clássica ou à mecânica quântica. As reações Químicas pertencem à mesma categoria dos processos de transporte, viscosidade e condutividade térmica, todos relacionados a processos irreversíveis. [...] Espero que este novo aspecto continue a ser explorado por futuras gerações de físicos e químicos. (Prigogine, 2003, p. 128)*

Ainda se opondo ao reducionismo, Prigogine acredita que deve-se ir além das fronteiras da Física e admitir a especificidade e a autonomia de todas as disciplinas científicas (Lombardi, 2012). Nas próprias palavras de Prigogine:

*Longe de propor uma visão única para outras ciências, o físico descobre, em seu próprio domínio, uma realidade múltipla, que não pode ser dotada de nenhum sentido sem reconhecer, ao mesmo tempo, a diversidade irreduzível dos problemas que as outras ciências devem enfrentar. (Prigogine & Stengers, 1992)*

Em linhas gerais, a suposição de que os processos químicos devem ser explicáveis, pelo menos em princípio, em termos físicos, está comprometida com a incompatibilidade entre a irreversibilidade Química e a recorrente reversibilidade Física (Lombardi, 2012).

## **POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES DE PRIGOGINE PARA A FILOSOFIA DA QUÍMICA**

Sem delongas, neste momento, a principal contribuição de Prigogine para a Filosofia da Química é o seu potencial de reinterpretação de temáticas já discutidas – mas que precisam ser revisitadas – por meio de uma nova leitura de mundo. E essa nova leitura não permite que o mundo seja enxergado com as lentes simplistas do paradigma newtoniano. O pensamento-Prigogine ao propor uma revisão dos fundamentos da ciência clássica, acabou por sugerir que as discussões que foram influenciadas e abarcadas pela irreversibilidade também fossem revisitadas.

Ressalta-se que a epistemologia prigoginiana tem seus próprios assuntos de interesse, como o papel criativo do tempo, da irreversibilidade, da flecha do tempo, por exemplo, e que estes podem ser indicativos de novos questionamentos também no universo químico. Não se questiona esse potencial da obra prigoginiana. Por outro lado, tomando a problemática desta

investigação, argumenta-se que a grande incrementação prigoginiana se dá na releitura de temáticas que precisam ser revisitadas, principalmente no contexto químico.

Ao revisitar essas problemáticas, o pensamento-Prigogine agora as compreende como partes integrantes de um mundo complexo. Um mundo que aceita a irreversibilidade dos fenômenos por meio da Nova Aliança – um tratado de respeito mútuo que o homem é chamado a fazer com a natureza. Como descrito anteriormente, a Nova Aliança é uma das principais proposições de Prigogine e é através da sua incorporação nas discussões que permeiam a episteme da Química que Prigogine será oportunizado a contribuir para a consolidação da Filosofia da Química.

Nesse sentido, Salmon (2009), chega até a afirmar que os primeiros argumentos para as novas normas culturais para a Filosofia da Química são encontrados na obra de Prigogine, mais especificamente em seu livro *From Being to Becoming*<sup>12</sup> (Prigogine, 1980). Ainda segundo Salmon (2009), estas normas abrangem desde a filosofia estática do ser de Parmênides até a filosofia do devir dinâmico de Heráclito.

Diante do exposto até então, Prigogine parece trazer importantes contribuições para o campo filosófico da Química. Pretende-se agora, a fim de ilustração, explanar algumas questões filosóficas que as ideias prigoginianas já revisitaram segundo a leitura de alguns autores (Almeida, 2004; Chassott, 2003; Näpinen, 2007).

Como primeiro ponto, Prigogine pode levantar o debate sobre os *aspectos da construção do conhecimento* e afirma que esta deve ser realizada de forma coletiva. Com isso, na discussão prigoginiana, o avanço científico além de se dar ao longo do tempo, só acontece por meio do trabalho em equipe (Almeida, 2004). Para o autor, é preciso explicitar que todo conhecimento anteriormente produzido serve como alicerce para a produção de um conhecimento novo. Ao adotar esta linha de pensamento Prigogine visa inibir o “discurso de autoridade e a arrogância do intelectual” (Almeida, 2004, p. 81) que existe no meio científico e que induz a acreditar que descobertas surgem do conhecimento individual, sem nenhuma relação com o passado ou com os seus pares.

Desta forma, é preciso desmistificar o modelo de gênio individual (uma vez que este não retrata a imagem do cientista real); investigadores fazem uso do conhecimento de outros cientistas, que por sua vez utilizam das teorias de terceiros e assim sucessivamente. Negar a ideia do ser individual genial inibe também outro mito propagado no meio científico, o da

---

<sup>12</sup> Do ser ao devir (Prigogine, 2002) é o título da tradução deste livro publicada em português.

sabedoria oracular.

Ao trazer a discussão dos aspectos da construção do conhecimento para o mundo filosófico, Prigogine evoca a distinção entre conhecimento exotérico e conhecimento esotérico e a relação destes com a ciência. Para Prigogine, o conhecimento científico não pode ser esotérico (aquele que é hermético, fechado, reservado aos íntimos, à comunidade de iguais, aos iniciados), deve-se, ao contrário criar condições para que ele se configure como exotérico (aquele que é de domínio ampliado e público) (Almeida, 2004).

Outra contribuição vinda de Prigogine é a *problematização do conceito*. O autor toma como pressuposto que os conceitos se constituem como produtos humanos e que são construídos no decorrer de um contexto histórico. Porém, deve-se ter em mente que os conceitos não são eternos, eles são validos apenas até o momento em que conseguirem ter consistência para explicar o que se propõem; quando não mais o conseguirem, devem dar espaço para que novos conceitos emerjam (Deleuze, 2008). Segundo Prigogine, a sua validade crítica e política está relacionada à sua imanência e circunstância e não a sua essência.

*Qualquer sacralização do conceito ou defesa conceitual concerne a uma atitude intelectual que amesquinha o pensamento, pois os meios não devem se sobrepor aos fins. Os conceitos, como potencializadores da pesquisa científica, precisam ser lapidados, refeitos, ampliados e adequados ao objetivo de compreender o fenômeno do qual tratamos. (Almeida, 2004, p. 81)*

A existência de um conceito não deve travar o progresso científico; ao contrário, deve ser impulso para o desenvolvimento de seu campo. Prigogine assume, com isso, uma postura não estática dos conceitos. Nesse sentido, Prigogine compreende os conceitos como produtos do cenário em que são construídos, ao mesmo tempo em que os conceitos também influenciam na construção do contexto. Assim, segundo a perspectiva de Prigogine, a produção científica só pode ser compreendida se estiver localizada na dialética entre a historicidade coletiva e a singularidade individual. Por outro lado, deve ficar claro que os conceitos não conseguem retratar perfeitamente os fenômenos que tentam desvendar; estão sempre aquém ou além destes (Deleuze, 2008; Almeida, 2004).

Na visão prigoginiana o compromisso do filósofo e o do cientista não é nem com a teoria e tampouco com os conceitos! Para ele, o coerente seria utilizar as teorias e conceitos para a construção de uma sociedade mais igualitária. Deste modo, Prigogine abre mão da noção de uma ciência dogmática e neutra e a considera como um instrumento com potencial para a construção da sociedade mais justa (Chassott, 2003). Nessa perspectiva, o conhecimento não

pode ser tomado como um fim em si mesmo ou como o ápice do percurso; o conhecimento tem que ser encarado como motor de transformação.

Prigogine também traz ao debate *o que vem a ser o progresso científico*, sugerindo que este acontece quando são manifestadas e comprovadas novas explicações para fenômenos que já foram anteriormente explicados. No ideário prigoginiano, o maior inimigo do progresso científico é o apego às certezas tradicionais; a fobia do inovador é um dos grandes obstáculos da ciência. A tensão entre os que propõem algo novo e os que são resistentes à quebra de paradigmas é que proporciona o contraste inovação/conservação ou dinâmica/permanência que caracterizam o que se entende por ciência. Prigogine considera esse jogo de forças como fundamental para o progresso da ciência e é neste contexto que se encontra um recorrente dilema científico e filosófico: permanecer ou mudar o caminho?

Na perspectiva prigoginiana também é proposta uma nova forma de se entender o universo. Prigogine, com sua nova formulação das leis fundamentais da natureza aponta um mundo que exige ser entendido de maneira histórica. Desta forma, ele também pode enriquecer a discussão da *importância da história para a construção do conhecimento químico*, assim como aponta Näpinen (2007):

*A questão da auto-organização na Física levou a uma nova interpretação das leis da natureza. Como Ilya Prigogine mostrou, elas não expressam certezas, mas sim possibilidades e descrevem um mundo que deve ser entendido de maneira histórica. Na nova compreensão filosófica da natureza, a prioridade não é atribuída a nenhum tipo ou nível de entidade, mas a processos históricos, a processos de geração e mudança sem fim. (Näpinen, 2007, p. 65)*

Neste sentido, Näpinen (2007), apoiado nas ideias de Prigogine, acredita que a Química – entrelaçada com a biologia e com a Física e ainda tendo seu próprio caráter específico – pode contribuir notavelmente para a compreensão histórica do mundo.

Sabe-se que as discussões sobre a *construção do conhecimento, a importância da história para a construção do conhecimento e a problematização do conceito e do progresso científico* já foram realizadas por outros importantes autores como Bachelard e Koyré. Mas o que a proposta prigoginiana traz de inovador neste quesito é a sua interpretação destes mesmos fenômenos à luz de um mundo que reconhece o fim das certezas. Assim como Prigogine afirma que as bases da ciência clássica precisam ser revistas, essas discussões filosóficas que foram elaboradas e influenciadas por esse mesmo paradigma da ciência clássica também precisam ser ressignificadas. Este é o lugar de pertinência do pensamento-Prigogine no contexto da episteme da Química.

## A FILOSOFIA DE PRIGOGINE PRESENTE NOS ARTIGOS DOS PERIÓDICOS HYLE E FOUNDATIONS OF CHEMISTRY

Esta seção tem como intuito a análise da relação entre a utilização do ideário de Prigogine e o cenário atual das publicações em periódicos específicos do campo da Filosofia da Química. Tomou-se como base documental os dois principais periódicos na área da Filosofia da Química, *Hyle* e *Foundations of Chemistry*, e selecionaram-se como *corpus* desta pesquisa todos os trabalhos que em algum momento citavam a obra de Prigogine em seu conteúdo.

Em primeira instância, no quadro 2, são apresentados os dados gerais sobre os periódicos em questão e a frequência com que Prigogine é citado neles.

Quadro 2 – Citações sobre Prigogine nos periódicos *HYLE* e *Foundatios of Chemistry*.

Periódico	<i>HYLE</i>	<i>Foundations of Chemistry</i>
Ano de fundação	1995	1999
Quantidade de volumes e edições até o ano de 2020	24 volumes, totalizando 37 edições	21 volumes, totalizando 61 edições.
Quantidade de trabalhos publicados até o ano de 2020	275*	489
Tipo de acesso	Aberto	Pago
Quantidade de trabalhos em que Prigogine é citado	10**	20
Porcentagem de trabalhos em que Prigogine é citado	3,64 %	4,09 %

\* 134 artigos, 74 resenhas de livros, 22 editoriais, 14 relatórios, 9 contribuições artísticas, 8 biografias, 6 ensaios, 2 cartas, 2 livros, 2 bibliografias, 1 pedido de documentos, 1 obituário. \*\* 8 artigos, 1 editorial, 1 resenha de livro.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pelo exposto no quadro 2 é possível observar que os periódicos *Hyle* e *Foundations of Chemistry* possuem, respectivamente, 10 e 20 trabalhos que citam Prigogine. Levando em consideração os dois periódicos em conjunto, o quantitativo total de trabalhos que trazem as ideias prigoginianas não chega a 4%. Tal cenário explana a baixa utilização do Pensamento-Prigogine nas discussões dos dois principais periódicos que versam exclusivamente sobre a filosofia da química (Bejarano *et al.*, 2018). Levando-se em consideração que Prigogine é um autêntico químico com discussões consideradas relevantes e pertinentes, possuindo obras direcionadas especificamente à filosofia da ciência e que abertamente defende a epistemologia da química, era esperado que sua obra fosse mais utilizada para embasar os trabalhos do mundo filosófico da química.

Dos 30 trabalhos que compõem o *corpus* desta investigação, apenas três (3) artigos

trazem as ideias de Prigogine como foco central das discussões desenvolvidas. Todos os três trabalhos com esse perfil foram publicados no *Foundations of Chemistry* e estão dispostos no quadro 3 detalhes sobre seu conteúdo (título, autor, ano de publicação, objetivo, conclusão e ressalvas quanto aos argumentos de Prigogine).

Quadro 3 – Conteúdo dos artigos que discutem exclusivamente as teorias de Prigogine.

<p>Artigo: Some philosophical influences on Ilya Prigogine's statistical mechanics (Earley, 2006)</p> <p>Objetivo: Estabelecer a origem da irreversibilidade termodinâmica (a " flecha do tempo ") como local (residindo nos detalhes da interação de interesse), ao invés de global (sendo apenas uma consequência das propriedades da singularidade inicial – o " Big Bang ").</p> <p>Conclusão: Prigogine e seus colegas consideraram que os estágios mais recentes deste programa de pesquisa foram bem-sucedidos, de modo que as origens locais da flecha do tempo estão agora estabelecidas.</p> <p>Ressalvas: Não há consenso científico sobre se esta reivindicação é válida ou não. Da mesma forma, não há consenso sobre se a explicação global competitiva (singularidade inicial) foi comprovada.</p>
<p>Artigo: Prigogine and the many voices of nature, (Lombardi, 2012)</p> <p>Objetivos: Mostrar o paralelismo impressionante entre as visões filosóficas de Prigogine e Stengers e as de Hilary Putnam em <i>Razão, Verdade e História</i> (1981). Revisar criticamente o programa científico geral de Prigogine: a tentativa de estabelecer os fundamentos da irreversibilidade objetiva.</p> <p>Conclusão: A posição de Prigogine, quando lida à luz do realismo internalista de Putnam, pode ser caracterizada como um pluralismo ontológico.</p> <p>Ressalvas: Parece ter esquecido suas afirmações filosóficas em favor do fim da onisciência e da realidade múltipla. Em seu trabalho especificamente científico, ele parece estar pesquisando a "verdadeira" descrição irreversível do mundo, enquanto, ao mesmo tempo, desestimula as descrições tradicionais reversíveis como idealizações inadequadas. É precisamente esse tipo de argumentação que o torna alvo de certas críticas que, por exemplo, afirmam razoavelmente que nenhuma mudança de representação pode ignorar o impressionante sucesso da mecânica estatística tradicional.</p>
<p>Artigo: The need for the historical understanding of nature in physics and chemistry, (Näpinen, 2007).</p> <p>Objetivos: Discussão do problema da cooperação entre a compreensão humana e Física do mundo. Discutir a nova formulação das leis da natureza sugerida por Ilya Prigogine (1917–2003), questionando se são consistentes com a necessidade de entender o mundo de uma maneira histórica.</p> <p>Conclusão: Existe a necessidade real de uma compreensão histórica de um único mundo auto-organizador e evolutivo, ao qual também pertencem os seres humanos e o que vias envolve os estágios físicos e químicos do desenvolvimento. Para pesquisar essa compreensão, é muito importante perceber que "é definitivamente impossível que nossa compreensão seja neutra ou objetiva ou completa".</p> <p>Ressalvas: –</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

De um modo geral os três trabalhos apresentados no quadro 3 têm como objetivo analisar, correlacionar ou escrutinizar alguma vertente das proposições de Prigogine. Quanto às ressalvas encontradas nestes trabalhos, elas se resumem em não haver consenso na comunidade científica sobre a leitura de mundo de Prigogine. Tal questionamento é razoável uma vez que as ideias prigoginianas rompem bruscamente com a base da ciência clássica.

Apesar das pertinentes discussões contidas nos três trabalhos explanados no quadro 3, seria interessante que fossem realizadas mais investigações sobre as ideias de Prigogine pelos investigadores que trabalham propriamente com a Química, discutindo pontos ainda não abordados nos trabalhos aqui expostos e assumindo uma perspectiva de análise Química. Adotar tal postura é pertinente uma vez que existem fortes indícios de que a Química seja uma ciência que possui suas particularidades. Indo na mesma direção, relacionar as discussões de Prigogine com a visão Química não é algo antinatural, isso porque as próprias discussões prigoginianas se dão por um viés que enxerga a Química como uma ciência já emancipada.

*“Ignis mutat res”*: este saber sem idade invocado pela divisa dos antigos químicos fazia da Química, desde a sua origem, a ciência do fogo. Esta ciência do fogo foi reconhecida como ciência experimental durante o século XVIII, antes de provocar, no interior da ciência moderna, o retorno do que esta negava em nome das calmas trajetórias da dinâmica: a irreversibilidade e a complexidade. (Prigogine, 1991, p. 83)

Além de conter apenas três trabalhos com o perfil explanado no quadro 3, o trabalho mais recente que tratou especificamente sobre as prerrogativas prigoginianas foi publicado em 2012 e desde então não houve mais nenhuma publicação, em nenhum dos periódicos em questão, que escrutine a forma de ler o mundo de Prigogine.

É preciso atentar que artigos que exploram a perspectiva de Prigogine têm elevada relevância para o fazer filosófico químico; isso porque esses trabalhos buscam validar as teorias prigoginianas ou, até mesmo, confrontá-las. Neste sentido, ainda que alguns trabalhos tenham como intuito encontrar os “buracos” na teoria prigoginiana, julga-se essas análises positivas, pois colocam a obra de Prigogine à prova e a oportuniza de ser incrementadas por outros autores.

Os demais 27 trabalhos que compõem o *corpus* desta investigação citam Prigogine ao longo de seu conteúdo e estão explanados nos quadros 4 e 5, referentes aos trabalhos encontrados no periódico *Foundations of Chemistry* e *HYLE*, respectivamente.

Quadro 4 – Trabalhos do periódico *Foundations of Chemistry* que citam Prigogine.

<i>Artigo (autor, ano)</i>	<i>Eixo da citação</i>	<i>Contexto em que Prigogine é citado</i>
Thermodynamic foundations of physical chemistry: reversible processes and thermal equilibrium into the history (Pisano <i>et al.</i> , 2018)	Termodinâmica teórica	Contribuições com a termodinâmica, principalmente processos reversíveis, irreversibilidade, equação de Clausius, segunda lei da termodinâmica, entropia, equações desenvolvidas por Prigogine. (15 vezes) *
Essentials of kinetics and thermodynamics for understanding chemical oscillations (Barragán, 2015)	Termodinâmica teórica	Considerações sobre sistemas longe e no equilíbrio, entropia, segunda lei da termodinâmica, reação Química autocatalítica cúbica, grau de avanço das reações, cálculo da energia de Gibbs, afinidade e fluxo da entropia (15 vezes) **
Chain reactions, “impossible” reactions, and panenmentalist possibilities (Gilead, 2014)	Termodinâmica teórica e Perspectiva filosófica	Estruturas dissipativas, entropia, reação de Belousov–Zhabotinsky, situações de não equilíbrio, impacto de sua obra (9 vezes) ***
Chemistry as a practical science (Edward Caldin Revisited) (Müürsepp, 2016)	Perspectiva filosófica	Irreversibilidade, auto-organização, segunda lei da termodinâmica, flecha do tempo, relação com a ideia de incerteza de Edward Caldin (8 vezes)
Dialectics and synergetics in chemistry. Periodic Table and oscillating reactions (Imyanitov, 2016)	Termodinâmica teórica	Impossibilidade da auto-organização no tempo em reações bimoleculares, não necessidade da trimolecularidade em equações cinéticas, Sinérgica como disciplina, sequência hipotética de reações. (4 vezes) **
Emergence in evolution (Salmon, 2009)	Termodinâmica teórica e Perspectiva filosófica	A teoria da bifurcação matemática, novas normas culturais para a Filosofia da Química, relações de reciprocidade de Onsager, importância do trabalho de Teilhard de Chardin para cientistas, filósofos e historiadores (4 vezes)
Editorial 24 (Scerri, 2006)	Perspectiva filosófica	Influências filosóficas sobre os pontos de vista sobre a mecânica estatística. Origem da seta do tempo (3 vezes) ***
Would introductory chemistry courses work – Better with a new philosophical basis? (Earley, 2004)	Termodinâmica teórica	Entidades sendo ativas, dinâmicas, automáticas, auto-organizada. Raciocínio termodinâmico aplicados a sistemas próximos e distantes do equilíbrio (2 vezes) **

<i>Artigo (autor, ano)</i>	<i>Eixo da citação</i>	<i>Contexto em que Prigogine é citado</i>
The autonomy of chemistry: old and new problems (Vihalemm, 2011)	Perspectiva filosófica	Ilya Prigogine argumentando que a ciência não clássica servirá como ontologia científica (2 vezes) *****
The “extent of reaction”: a powerful concept to study chemical transformations at the first-year general chemistry courses (Moretti, 2015)	Termodinâmica teórica	Introdução do conceito de extensão da reação, conceito de extensão da reação como uma ferramenta básica para ensinar estequiometria, termodinâmica e cinética de transformações Químicas (2 vezes) **
In search of the chemical revolution: interpretive strategies in the history of chemistry (Mcevoy, 2000)	Perspectiva filosófica	Tempo como expressão da complexidade e do caráter holístico de um sistema (1 vez)
Introduction (Harré, 2012)	Perspectiva filosófica	Para o estudo de Olimpia Lombardi, Prigogine quem cria uma "pluralidade ontológica" (1 vez) ***
Reflections on the philosophy of chemistry and a rallying call for our discipline? (Benfey, 2000)	Perspectiva filosófica	Influência das estruturas dinâmicas organizadas na entropia (tendência caótica) do universo (1 vez)
What is a perfect gas mixture? (Vent, 2001)	Termodinâmica teórica	Conceito de mistura perfeita de gases (1 vez) **
Mixture and chemical combination and related essays: a response to robert deltete and anastasios brenner (Needham, 2004)	Termodinâmica teórica	Compreensão da termodinâmica padrão e da sua extensão para a termodinâmica irreversível (1 vez) ***
Why there is no salt in the sea? (Earley, 2005)	Termodinâmica teórica	D. Kondepudi and I. Prigogine. <i>Modern Thermodynamics: From Heat Engines to Dissipative Structures</i> . New York. Wiley: 1998 (1 vez) *****
Structured system in chemistry: comparison with mechanics and biology (Villani, 2014)	Termodinâmica teórica	Disseminação e crescimento de correlações que fisicamente representam a flecha do tempo, ou seja, sua unidirecionalidade (1 vez) ***

\* Apesar de também citar os livros que trazem as abordagens filosóficas de Prigogine. \*\* Só cita os livros de termodinâmica teórica de Prigogine. \*\*\* Apenas comenta sobre Prigogine, não o cita nas referências. \*\*\*\* Citado apenas nas referências. \*\*\*\*\* A obra de Prigogine não é citada diretamente (suas ideias são enunciadas a partir da interpretação de algum autor). Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 5 – Trabalhos do periódico *HYLE* que citam Prigogine.

Artigo (autor, ano)	Eixo da citação	Contexto em que Prigogine é citado
Mathematical Chemistry! Is It? And if so, What Is It? (Klein, 2013)	Termodinâmica teórica	Desenvolvimento da dinâmica quantitativa da produção de entropia, particularmente no regime de resposta linear que se aproxima do equilíbrio (subdinâmica radical de Prigogine e Henin), trabalho de Ilya Prigogine em cinética Química, Prigogine sendo identificado como químico e como físico (3 vezes) **
Symmetry and Complexity Fundamental – Concepts of Research in Chemistry (Mainzer, 1997)	Termodinâmica teórica	Explicação da irreversibilidade de processos dissipativos distantes do equilíbrio térmico por uma quebra de tempo de simetria universal, o operador de tempo de Prigogine fornece semi-grupos (não unitários) representando ambas as direções de tempo (2 vezes) **
How Much History Can Chemistry Take? (Lamza, 2010)	Termodinâmica teórica	Introdução do contraste entre organização e auto-organização, baseado no conhecido trabalho de Prigogine. (1 vez)
Editorial: Substances versus Reactions (Schummer, 2004)	Perspectiva filosófica	Como a Química precisa ser entendida. (1 vez) ***
Technology and the spirit of alchemy (Re, 1997)	Perspectiva filosófica	Processos sendo vistos como interdependentes e coordenados (1 vez)
How Philosophy of Mind Needs Philosophy of Chemistry (Earley, 2008)	Termodinâmica teórica e Perspectiva filosófica	Definição de Estruturas dissipativas (1 vez)
Biogeochemical Models in the Environmental Sciences – The Dynamical System Paradigm and the Role of Simulation Modeling (Haag & Kaupenjohann, 2000)	Perspectiva filosófica	Quebra de simetria em sistemas de auto-organização (1 vez)

Artigo (autor, ano)	Eixo da citação	Contexto em que Prigogine é citado
Six Phases of Cosmic Chemistry (Lamza, 2014)	Perspectiva filosófica	Termodinâmica frequentemente permeia as discussões sobre a evolução cósmica. (1 vez)
Biomimetic Chemistry and Synthetic Biology: A Two-way Traffic Across the Borders (Bensaude-Vincent, 2009)	Perspectiva filosófica	Nota de roda-pé, comparação dos debates atuais levantados pela biologia sintética com os debates que tiveram lugar na década de 1970 e que versavam sobre a auto-organização de Prigogine. (1 vez) ***

\* Apesar de também citar os livros que trazem as abordagens filosóficas de Prigogine. \*\* Só cita os livros de termodinâmica teórica de Prigogine. \*\*\* Apenas comenta sobre Prigogine, não o cita nas referências. \*\*\*\* Citado apenas nas referências. \*\*\*\*\* A obra de Prigogine não é citada diretamente (suas ideias são enunciadas a partir da interpretação de algum autor). Fonte: Elaborado pelo autor

Dos 17 trabalhos que citam Prigogine extraídos da *Foundations of Chemistry*, nove (53%) trazem contribuições deste pesquisador para o campo da termodinâmica teórica, enquanto apenas 6 (35%) trabalhos utilizam o referencial prigoginiano numa perspectiva filosófica. Os dois trabalhos (12%) que trazem alguma contribuição de Prigogine tanto para o campo da termodinâmica teórica quanto para o universo filosófico tendem fortemente para a parte de demonstração matemática, citando apenas superficialmente alguma discussão filosófica de Prigogine.

No periódico *HYLE*, dos nove trabalhos que citam Prigogine, apenas três (33%) trazem contribuições deste pesquisador para o campo da termodinâmica teórica, enquanto são contabilizados cinco artigos (56%) que utilizam o referencial prigoginiano numa perspectiva filosófica. Um único trabalho (11%) traz uma contribuição de Prigogine tanto para o campo da termodinâmica teórica quanto para o universo filosófico e faz isso explanando o conceito de estrutura dissipativa.

Percebe-se, com isso, que a perspectiva filosófica prigoginiana é mais acentuada no periódico *HYLE* do que no periódico *Foundations of Chemistry*. A diferença na ênfase das citações de Prigogine nos dois periódicos parece estar ligada ao próprio perfil de cada periódico.

Os artigos da *HYLE* abordam problemas epistemológicos, metodológicos, fundacionais e ontológicos da química; as peculiaridades da química e suas relações com a tecnologia; questões éticas e ambientais da química; aspectos filosoficamente relevantes da história, sociologia, linguística e educação em química. Já a *Foundations of Chemistry*, além de abordar essas temáticas, tem uma forte tendência a publicar artigos que versem sobre questão da autonomia da química perante as outras ciências. Desta forma, a *Foundations of Chemistry* prioriza aspectos como modelos químicos, linguagem, metáforas e termos teóricos, modelagem e instrumentação em química, química teórica, estrutura molecular e caos.

No contexto da *Foundations of Chemistry*, ao priorizar os tópicos explanados anteriormente, as contribuições de Prigogine para a termodinâmica teórica emergem devido seu alto grau de importância. Por outro lado, cabe lembrar também que somente na *Foundations of Chemistry* houve artigos publicados que versavam exclusivamente sobre as ideias filosóficas de Prigogine (quadro 3).

Tomando todo o *corpus* desta investigação, tem-se 12 trabalhos (46 %) que citam as contribuições de Prigogine para o campo da termodinâmica teórica, 11 trabalhos (42 %) que citam suas perspectivas filosóficas e os três trabalhos restantes (12 %) trazem contribuições deste pesquisador tanto para o campo da termodinâmica teórica quanto para o universo

filosófico.

Apesar de parecer equilibrado o perfil das citações relacionadas à termodinâmica teórica (12 trabalhos) e à perspectiva filosófica (11 trabalhos), é preciso que algumas considerações sejam levantadas. Uma vez que *HYLE* e *Foundations of Chemistry* são periódicos especializados em filosofia da química, diferentemente do observado, esperava-se que maior parte das citações de Prigogine trouxessem suas discussões filosóficas. Ainda que o quantitativo de trabalhos pareça estar balanceado, ao se analisar a quantidade de vezes que as ideias prigoginianas foram utilizadas com o intuito de explorar campos filosóficos (25 vezes), observa-se que este número não representa nem a metade do que é observado para as citações relacionadas à termodinâmica teórica (59 vezes). Mais uma vez é ratificada a necessidade de maior exploração dos argumentos filosóficos prigoginianos no campo da filosofia da química.

Somente dois pesquisadores citam em mais de um trabalho as discussões de Prigogine. Earley (2008, 2006, 2005, 2004), químico estadunidense, cita em 4 diferentes trabalhos a obra prigoginiana, enquanto Lamza (2014, 2010), filósofo polonês, cita Prigogine em dois diferentes trabalhos. Ambos os autores tendem a retratar os aspectos da termodinâmica teórica de Prigogine, apesar de fazerem brevíssimos comentários sobre o impacto das ideias filosóficas prigoginianas.

Dos sete trabalhos que mencionam as ideias prigoginianas no corpo de seus textos, mas não referenciam a sua obra (quadro 4 e 5), cinco trabalhos são sobre as suas ideias filosóficas, o que leva a crer que as discussões prigoginianas têm começado a ganhar maiores proporções também no campo da filosofia da química, ou seja, seu pensamento começa a ser difundido a ponto de ser mencionado e não somente referenciado. Há também um artigo que não cita Prigogine em seu corpo, mas o referencia: *Why there is no salt in the sea?* (Earley, 2005) – porém a obra em questão aborda somente contribuições de Prigogine à termodinâmica teórica, não sendo o foco desta investigação.

Quanto à utilização dos conceitos filosóficos prigoginianos nos artigos que compõe o *corpus* dessa investigação (dados apresentados nos quadros 4 e 5), percebe-se que eles não seguem uma tendência. Ao contrário disso, os conceitos utilizados se mostram os mais diferenciados possíveis. Por outro lado, ainda que não se mostre como parâmetro estatístico, pode-se apontar que os conceitos de estruturas dissipativas (3 vezes), auto-organização (3 vezes), flecha do tempo (2 vezes) e complexidade (2 vezes) tiveram destaque nesta investigação. Cada um destes conceitos foi evocado pelo menos duas vezes na construção dos trabalhos aqui analisados.

Cabe destacar que essa diversidade de utilização de conceitos prigoginianos aqui encontrada reflete justamente a amplitude e pluralidade da obra de Prigogine. Sendo um autor verdadeiramente interdisciplinar, Prigogine discutiu sua proposta filosófica utilizando desde os conceitos reinterpretados em sua proposta termodinâmica (bifurcações, irreversibilidade e não-equilíbrio, por exemplo) e assim prosseguiu até chegar na formulação nos conceitos de sua própria epistemologia (A Nova Aliança, flecha do tempo, estruturas dissipativas, por exemplo).

No quadro 6 estão sumariadas as obras de Prigogine que foram citadas nos trabalhos que compõem o *corpus* desta investigação, assim como a quantidade de vezes que cada obra é citada e os coautores envolvidos em sua elaboração.

Quadro 6 – Obras de Prigogine citadas nos trabalhos do *corpus* desta investigação.

<i>Trabalho (ano) [Quantidade de vezes que a obra é citada]</i>	<i>Coautores</i>
Modern Thermodynamics: From Heat Engines to Dissipative Structures (1998) [7 vezes]	Kondepudi, D.
Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature (1984) [5 vezes]	Stengers, I.
The End of Certainty (1997) [5 vezes]	Stengers, I.
Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes (1967) [3 vezes]	-
Chemical Thermodynamics (1967) [2 vezes]	Defay, R.
La nouvelle Alliance (1979) [1 vez]	Stengers, I.
Entre le temps et l'éternité (1992) [1 vez]	Stengers, I.
From Being to Becoming (1980) [1 vez]	-
Time and the unity of knowledge. (1983) [1 vez]	-
Symmetry breaking instabilities in dissipative systems. II [7 vezes]	Lefever, R.
Exploring Complexity (1989) [1 vez]	Nicolis, G.
Self-Organization in Nonequilibrium Systems. From Dissipative Structures to Order Through Fluctuations (1977) [1 vez]	Nicolis, G.
Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes (1955) [1 vez]	-
Symmetry breaking instabilities in biological systems (1969) [1 vez]	Lefever, R.; Golbeter, A.
On the occurrence of oscillations around the steady state in systems of chemical reactions far from equilibrium (1968) [1 vez]	Lefever, R.; Nicolis, G.
On the occurrence of oscillations around the steady state in systems of chemical reactions far from equilibrium (1967) [1 vez]	Lefever, R.; Nicolis, G.

<b><i>Trabalho (ano) [Quantidade de vezes que a obra é citada]</i></b>	<b><i>Coautores</i></b>
The theorem of minimum entropy production (1945) [1 vez]	-
Kinetic theory and subdynamics (1969) [1 vez]	Henin, F.
Unified formulation of dynamics and thermodynamics. With special reference to non-equilibrium statistical thermodynamics (1973) [1 vez]	George, C.; Henin, F.; Rosenfeld, L.
The evaluation of molecular integrals for Slatertype orbitals (1967) [1 vez]	Michels, H.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do exposto no quadro 6 é possível visualizar que apenas cinco trabalhos são citados pelo menos duas vezes (todo restante aparece apenas uma vez em seus respectivos artigos). Dos cinco trabalhos em questão, três são direcionadas à termodinâmica teórica e dois, ao universo filosófico das ciências. Inclusive a obra mais citada é *Modern Thermodynamics: From Heat Engines to Dissipative Structures*, livro direcionado à termodinâmica teórica e escrito em parceria com Kondepudi. Tal configuração ratifica o já exposto anteriormente, ou seja, que Prigogine tem sido utilizado, predominantemente nos textos de filosofia da química pelas suas argumentações sobre termodinâmica teórica.

*Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature* (Prigogine; Stengers & Toffler, 1984) e *The End of Certainty: time, chaos, and the new laws of nature* (Prigogine & Stengers, 1997) são os livros mais citados de Prigogine no que tange às suas discussões filosóficas – aparecendo cinco vezes cada um no *corpus* desta pesquisa. Com isso, no cenário em questão, esses são os dois livros de maior impacto filosófico da carreira de Prigogine. Essa tendência é curiosa, pois é muito difundido nos textos que ideia de *La nouvelle Alliance* (Prigogine & Stengers, 1983) de Prigogine é a sua maior proposição, porém este livro é citado apenas uma única vez em todo o *corpus* aqui analisado. O outro livro de cunho filosófico de Prigogine, *Entre le temps et l'éternité* (Prigogine & Stengers, 1992), também foi referenciado apenas uma vez.

Prigogine sempre fez questão de creditar seus parceiros em suas obras, tanto que dos 20 trabalhos explanados no quadro 6, 16 deles foram publicados com coautoria. Os pesquisadores que mais publicaram com Prigogine no contexto desta investigação foram Lefever (4 obras), Nicolis (4 obras) e Stengers (4 obras), sendo que os dois primeiros colaboraram com Prigogine em suas obras que versam sobre termodinâmica teórica. Cabe destaque aqui que as principais obras com teor filosófico de Prigogine foram escritas em coparceria com Isabela Stengers,

filósofa belga formada em química também na Universidade Livre de Bruxelas e membro de grupo de pesquisa de físico-química que Prigogine coordenava.

Segundo (Lombardi, 2012), o discurso de Prigogine e Stengers pertence à tradição continental em filosofia, em particular à forte tradição francesa. O autor ainda traz que os livros de Prigogine e Stengers são escritos num estilo retoricamente sugestivo, em que forma e conteúdo alcançam uma síntese fértil por meio de uma perspectiva pluralista ontológica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez assumindo que a Química com seu complexo estilo de pensamento pode trazer reais contribuições para a filosofia da ciência, fica claro que existe a necessidade de consolidação de uma filosofia própria para a Química.

Destaca-se que discutir filosoficamente o campo químico traz novos elementos que colaboram para a ruptura, tão almejada, da ideia de reducionismo da Química perante a Física. Sendo esta concepção reducionista um dos maiores entraves para a sedimentação de uma epistemologia Química. Junto a isso, a suposta ausência de pergunta de relevância filosófica, a proximidade com o contexto tecnológico e o escasso grupo de autores que filosoficamente discutem o mundo químico, são também questões que parecem impelir a consolidação da Filosofia da Química.

Ilya Prigogine, químico que estudava a termodinâmica, mas que também desenvolveu elaboradas discussões filosóficas a partir de sua pesquisa se mostra como um potencial colaborador para que a Filosofia da Química tenha sua real pertinência no mundo filosófico da ciência. Com perceptível influência filosófica, Prigogine focou sua investigação na dinâmica dos sistemas longe do equilíbrio, pesquisando principalmente sobre fenômenos irreversíveis, estruturas dissipativas, ordem, flecha do tempo e o caos. Prigogine, indo contra as crenças da ciência clássica, propõe uma *Nova Aliança* do homem com natureza, exigindo uma reconstrução das leis que governam o universo e propondo uma nova e ousada leitura do mundo, e é neste contexto que ele emerge como um autêntico filósofo da Química.

Prigogine, ao considerar a reversibilidade como uma propriedade inerente à maioria dos processos, apresenta uma abordagem que rompe com o estilo de ciência newtoniana que tem sido dominante por vários séculos e sinaliza um ponto de virada na apreciação humana do mundo físico. Assim, as pesquisas de Prigogine têm potencial de transformar e revitalizar fundamentalmente a ciência, dando-lhe uma nova relevância e criando teorias para suprir as

lacunas não só das ciências naturais, mas também das ciências sociais.

Algumas das reflexões que Prigogine pode levantar no mundo químico estão relacionadas aos aspectos da construção do conhecimento, à problematização de conceito, às características do progresso científico e à importância da história para a construção do conhecimento. Ainda que estas discussões já tenham ocorrido anteriormente, a grande contribuição de Prigogine para a Filosofia da Química é o revisitamento dessas temáticas levando em consideração uma nova leitura de mundo; uma leitura de mundo que respeita a irreversibilidade dos processos. Em linhas gerais, Prigogine proclama o fim da onisciência e a necessidade de se considerar o papel construtivo desempenhado pelo sujeito no conhecimento.

Porém, o que se observa, a partir desta investigação, é que a obra prigoginiana, apesar de sua relevância e pertinência, não tem sido efetivamente utilizada nos trabalhos que versam sobre conteúdo da Filosofia da Química. Além da pouca expressividade das citações de Prigogine nos principais periódicos de filosofia de Química, parte significativa das menções à produção prigogiana abarca sua produção relacionada a termodinâmica teórica, ou seja, não trazem suas discussões filosóficas.

Esta pesquisa, ainda que exploratória, sugere novas demandas de investigações ao explicitar a pouca utilização do referencial prigoginiano nos trabalhos de Filosofia da Química. Ter ciência da ampla gama de contribuições que Prigogine pode trazer para as discussões da Filosofia da Química e não ver seu trabalho sendo explorado pelos autores da área parece ser uma grande perda para as discussões filosóficas da Química, que poderiam atingir níveis mais sofisticados ao adotarem as perspectivas de Prigogine.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. C. A ciência como bifurcação: uma homenagem à Ilya Prigogine. **Revista FAMECOS**, v. 11, n. 23, p. 77, 2004.

BACHELARD, G. **Le nouvel esprit scientifique**. 4. ed. Paris: PUF, 1991a.

BACHELARD, G. **Filosofia do Não – Filosofia do novo espírito científico**. 5. ed. [s.l.] Presença, 1991b.

BARRAGÁN, D. Essentials of kinetics and thermodynamics for understanding chemical oscillations. **Foundations of Chemistry**, v. 17, n. 2, p. 93–106, jul. 2015.

BEJARANO, N. R. R. *et al.* A filosofia da ciência e a Filosofia da Química: uma perspectiva contemporânea. **Revista Ideação**, n. Edição Especial, 2018, p. 392–423, 5 mar. 2018.

BENFEY, T. Reflections on the Philosophy of Chemistry and a Rallying Call for Our Discipline. **Foundations of Chemistry**, v. 2, p. 195–205, 2000.

BENSAUDE-VINCENT, B. Chemistry in the French tradition of philosophy of science: Duhem, Meyerson, Metzger and Bachelard. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 36, n. 4, p. 627–649, dez. 2005.

BENSAUDE-VINCENT, B. Biomimetic Chemistry and Synthetic Biology: A Two-way Traffic Across the Borders. **HYLE**, v. 15, n. 1, p. 31–46, 2009.

BHUSHAN, N.; ROSENFELD, S. M. (EDS.). **Of minds and molecules: new philosophical perspectives on chemistry**. Oxford; New York: Oxford University Press, 2000.

BRAKEL, J. VAN. **Philosophy of chemistry: between the manifest and the scientific image**. Leuven: Leuven University Press, 2000.

DELEUZE, G. **Conversações**. São Paulo: Editora 34, 2008.

DONATO, C.; PORTELLA, R. Na Literatura de Ficção a Distância e a Proximidade entre as Linguagens do Homem e da Máquina. **Democratizar**, v. 1, n. 1, p. 1–10, 2007.

EARLEY, J. E. Would Introductory Chemistry Courses Work Better with a New Philosophical Basis? **Foundations of Chemistry**, v. 6, n. 2, p. 137–160, 2004.

EARLEY, J. E. Why there is No Salt in the Sea. **Foundations of Chemistry**, v. 7, n. 1, p. 85–102, 2005.

EARLEY, J. E. SOME PHILOSOPHICAL INFLUENCES ON ILYA PRIGOGINE'S STATISTICAL MECHANICS. **Foundations of Chemistry**, v. 8, n. 3, p. 271–283, 30 nov. 2006.

EARLEY, J. E. How Philosophy of Mind Needs Philosophy of Chemistry. **HYLE**, v. 14, n. 1, p. 1–26, 2008.

GILEAD, A. Chain reactions, “impossible” reactions, and panenmentalist possibilities. **Foundations of Chemistry**, v. 16, n. 3, p. 201–214, out. 2014.

HAAG, D.; KAUPENJOHANN, M. Biogeochemical Models in the Environmental Sciences: The Dynamical System Paradigm and the Role of Simulation Modeling. **HYLE**, v. 6, n. 2, p. 117–142, 2000.

HARRÉ, R. Introduction. **Foundations of Chemistry**, v. 14, n. 3, p. 191–191, out. 2012.

IMYANITOV, N. S. Dialectics and synergetics in chemistry. Periodic Table and oscillating reactions. **Foundations of Chemistry**, v. 18, n. 1, p. 21–56, abr. 2016.

KAVALEK, D. S. *et al.* Filosofia e História da Química para educadores em Química. **História da Ciência e Ensino**, v. 12, p. 1–13, 2015.

KLEIN, D. J. Mathematical Chemistry! Is It? And if so, What Is It? **HYLE**, v. 19, n. 1, p. 35–85, 2013.

KOSLOWSKI, A. É O CONCEITO DE TECNOCIÊNCIA CONFUSO? **Philosophos – Revista de Filosofia**, v. 20, n. 1, p. 11–36, 31 ago. 2015.

LABARCA, M.; BEJARANO, N.; EICHLER, M. L. Química e filosofia: rumo a uma frutífera colaboração. **Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1256–1266, 2013.

LALANDE, A.; CORREIA, F. S. **Vocabulário técnico e crítico de filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

LAMŽA, L. How Much History Can Chemistry Take? **HYLE**, v. 16, n. 2, p. 104–120, 2010.

LAMZA, L. Six Phases of Cosmic Chemistry. **HYLE**, v. 20, p. 165–192, 2014.

LATOUR, B. **Pandora's hope: essays on the reality of science studies**. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1999.

LEMES, A. F. G.; PORTO, P. A. Introdução à Filosofia da Química: uma revisão bibliográfica das questões mais discutidas na área e sua importância para o ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 121–147, 2013.

LOMBARDI, O. Prigogine and the many voices of nature. **Foundations of Chemistry**, v. 14, n. 3, p. 205–219, out. 2012.

LOMBARDI, O.; LABARCA, M. The Ontological Autonomy of the Chemical World. **Foundations of Chemistry**, v. 7, n. 2, p. 125–148, jan. 2005.

MAINZER, K. Symmetry and Complexity: Fundamental Concepts of Research in Chemistry. **HYLE**, v. 3, p. 29–49, 1997.

MASSONI, N. T. Ilya Prigogine: uma contribuição à filosofia da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 2308-1-2308-8, 2008.

MCEVOY, J. G. In Search of the Chemical Revolution: Interpretive Strategies in the History of Chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 2, p. 47–73, 2000.

MORETTI, G. The “extent of reaction”: a powerful concept to study chemical transformations at the first-year general chemistry courses. **Foundations of Chemistry**, v. 17, n. 2, p. 107–115, jul. 2015.

MÜÜRSEPP, P. Chemistry as a practical science (Edward Caldin Revisited). **Foundations of Chemistry**, v. 18, n. 3, p. 213–223, out. 2016.

NÄPINEN, L. The need for the historical understanding of nature in physics and chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 9, n. 1, p. 65–84, 1 mar. 2007.

NEEDHAM, P. Mixture and Chemical Combination and Related Essays: A Response to Robert Deltete and Anastasios Brenner. **Foundations of Chemistry**, v. 6, n. 3, p. 233–245, 2004.

NORDMANN, A. From metaphysics to metachemistry. In: BAIRD, D.; SCERRI, E. R.; MCINTYRE, L. C. (Eds.). . **Philosophy of chemistry: synthesis of a new discipline**. Boston studies in the philosophy of science. Dordrecht: Springer, 2006. p. 347–362.

PISANO, R. *et al.* Thermodynamic foundations of physical chemistry: reversible processes and thermal equilibrium into the history. **Foundations of Chemistry**, 10 dez. 2018.

PRIGOGINE, I. **From being to becoming: time and complexity in the physical sciences**. San Francisco: W. H. Freeman, 1980.

PRIGOGINE, I. **Do ser ao devir – Coleção Nome de Deuses**. 1. ed. [s.l.] Unesp, 2002.

PRIGOGINE, I. Chemical Kinetics and Dynamics. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 988, n. 1, p. 128–132, maio 2003.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **Entre le temps et l'éternité**. Paris: Flammarion, 1992.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **The end of certainty: time, chaos, and the new laws of nature**. 1st Free Press ed ed. New York: Free Press, 1997.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I.; TOFFLER, A. **Order out of chaos: man's new dialogue with nature**. New York, NY: Bantam Books, 1984.

RE, G. D. Technology and the spirit of alchemy. p. 13, 1997.

RIBEIRO, M. A. P. **Integração da Filosofia da Química no currículo de formação inicial de professores – contributos para uma filosofia do ensino**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2014.

SALMON, J. F. Emergence in evolution. **Foundations of Chemistry**, v. 11, n. 1, p. 21–32, abr. 2009.

SCERRI, E. Editorial 24. **Foundations of Chemistry**, v. 8, n. 3, p. 221–223, 30 nov. 2006.

SCERRI, E. R. Philosophical Confusion in Chemical Education Research. **Journal of Chemical Education**, v. 80, n. 5, p. 468–474, maio 2003.

SCERRI, E. R. Some Aspects of the Metaphysics of Chemistry and the Nature of the Elements. **HYLE**, v. 11, n. 2, p. 127–145, 2005.

SCHUMMER, J. Editorial: Substances versus Reactions. **HYLE**, v. 10, n. 1, p. 3–4, 2004.

SCHUMMER, J. The Philosophy of Chemistry: From Infancy Toward Maturity. In: BAIRD, D.; SCERRI, E. R.; MCINTYRE, L. C. (Eds.). . **Philosophy of chemistry: synthesis of a new discipline**. Boston studies the philosophy of science. Dordrecht: Springer, 2006. p. 19–42.

SECCO, F. S. Conhecimento metafísico. **Revista Estudos Filosóficos**, v. 10, p. 63–72, 2013.

VENT, S. L. What is a Perfect Gas Mixture? **Foundations of Chemistry**, v. 3, p. 227–239, 2001.

VIHALEMM, R. The autonomy of chemistry: old and new problems. **Foundations of Chemistry**, v. 13, n. 2, p. 97–107, jul. 2011.

VILLANI, G. Structured system in chemistry: comparison with mechanics and biology.

**Foundations of Chemistry**, v. 16, n. 2, p. 107–123, jul. 2014.

WEININGER, S. J. *Contemplating the Finger: Visuality and the Semiotics of Chemistry*.  
**HYLE**, v. 4, p. 3–27, 1998.

## NOTAS SOBRE ARTIGO 1

Após a intensa imersão para produzir o artigo *Possíveis contribuições de Ilya Prigogine para a consolidação de uma filosofia propriamente química*, refletimos sobre alguns pontos cruciais do desenvolvimento de minha pesquisa e chegamos em algumas conclusões.

A primeira dela é que, após me debruçar no universo filosófico prigoginiano e estar envolvido pelo mesmo, minha pesquisa começou a se enveredar por um caminho estritamente filosófico, praticamente sem nenhum destaque para o contexto de educação em Química. Após percebermos esse decurso, tentamos nos reorientar, chegando inclusive a publicar o trabalho *Prigogine e a Filosofia da Química – um diálogo importante para o ensino de Química* (Apêndice 1) no 18º Simpósio Brasileiro de Educação Química.

Eis que nos acomete um segundo momento de instabilidade. Depois de tantas leituras e discussões e de termos visualizado o grau de profundidade das reflexões prigoginianas, chegamos à posição de que minha pesquisa não poderia mais se restringir a educação em Química. Compreendemos, assim, que meu trabalho deveria abordar à Educação em Ciências como um todo, oportunizando que as diferentes frentes pudessem utilizá-lo como subsídio em suas respectivas discussões. Inclusive, e até principalmente, a educação Química, a qual já apresentamos aqui alguns passos dados.

A escolha por apresentar este artigo à banca se dá pelo fato de que ele compõe a história desta tese e também foi a partir da sua construção e da reflexão sobre o seu conteúdo que chegamos ao problema de pesquisa que temos agora. Se, assim como Prigogine, acreditamos no respeito à história dos processos, como poderíamos mostrar a nossa posição atual sem apresentar a sua principal bifurcação?

*Quem é esse ser que pilota os cometas?  
Por que é que desvia do nosso planeta?*

*Só pra ver, testemunhar  
O quanto a gente pode suportar  
Nos ombros, o peso das memórias.*

*Se o mundo lá fora quer te apunhalar  
Lembre que seu corpo é só poeira estelar  
Tudo que importa é o agora e nada mais  
Tudo que nós somos é apenas o que a gente faz.*

**Poeira estelar – Fresno, 2016.**

## APRESENTAÇÃO DO ARTIGO 2

*Prazer, Prigogine!* é o artigo que abre a nova configuração de minha tese e nele fazemos a apresentação da história de Prigogine e de sua epistemologia. Este artigo se faz importante para construção da minha tese por quatro principais motivos.

O primeiro deles é que a obra prigoginiana não é amplamente utilizada como referencial epistemológico em trabalhos de Educação em Ciências. Com isso, ainda que os pesquisadores de nossa área já tenham vez ou outra ouvido sobre Prigogine, a maior parte deles não sabe quem é este pesquisador e muito menos sobre o que versa sua obra. Eu mesmo só tomei conhecimento das informações básicas do universo Prigogine após ser posto em contato com a sua obra. Desta forma, é importante que situemos nossos leitores acerca do ideário de Prigogine, apresentando, ao mínimo, os principais aspectos de sua obra e visão de ciência.

O segundo ponto importante é que constantemente faremos uso dos conceitos prigoginianos nos artigos posteriores. Assim, este artigo também objetiva familiarizar nossos leitores destes conceitos, tornando o restante da leitura desta investigação mais fluida. Ressaltamos que o enfoque deste artigo é claramente as contribuições filosóficas prigoginianas, ainda que recorramos aos conceitos desenvolvidos por Prigogine em suas pesquisas que versam sobre a Termodinâmica e que ele próprio aplicou em suas discussões epistemológicas.

Outro ponto importante é que, por acreditarmos que o pesquisador tem uma construção sócio-histórica e esta influencia o seu fazer científico, vimos a necessidade de apresentar a biografia de Prigogine para que o leitor consiga compreender o porquê sua pesquisa seguiu os caminhos aqui descritos. Sem que antecipemos o conteúdo do artigo, adiantamos que a história de vida de Prigogine, assim como ele advoga no corpo de sua obra, é repleta de bifurcações.

O último ponto, e talvez o mais difícil de ser concretizado, principalmente por ter me tornado um leitor ávido da obra prigoginiana, é que optamos por, já neste primeiro artigo, exibir as principais críticas às proposições de Prigogine. Junto a estas, fizemos também nossas contra-argumentações. Ao passo que nos alinhamos com a premissa prigoginiana de que nenhuma teoria possa ser absoluta em um universo tão plural quanto o nosso, escolhemos também neste artigo apresentar as limitações de suas discussões enquanto epistemologia.

Diante do exposto, eu os convido para, junto a nós, descobrirmos quem é Ilya Prigogine e sobre o que versa a sua teoria. Neste caminho, buscaremos compreender se suas proposições filosóficas têm verdadeiro impacto epistemológico e tentar construir hipóteses do porquê seu constructo filosófico não ser amplamente utilizado nas discussões científicas. Para além disso,

também apresentaremos os espaços científicos em que as discussões de Prigogine já são tomadas como referencial teórico.

Desejamos uma leitura agradável a todos.

## PRAZER, PRIGOGINE!<sup>13</sup>

### RESUMO

Ilya Prigogine – importante físico-químico que estudou a termodinâmica, mas que também desenvolveu elaboradas discussões epistemológicas a partir de sua pesquisa – parece-nos ser um nome promissor para o enriquecimento de discussões filosóficas para além do campo das ciências exatas. Buscamos com este trabalho apresentar (ou tornar ainda mais familiar) Ilya Prigogine e explorar a coluna vertebral do seu constructo teórico, fazendo reflexões acerca de pertinência e utilização do referencial prigoginiano. Pretendemos que esta pesquisa sirva como suporte bibliográfico para pesquisadores que utilizem o referencial prigoginiano em suas pesquisas ou mesmo para instigar que novos investigadores – quer seja do campo das ciências sociais ou das ciências exatas – conheçam as ideias de Prigogine e se encorajem de utilizá-las em seus trabalhos.

**Palavras-chave:** Pensamento-Prigogine; Referencial prigoginiano; Ciência clássica; Estruturas dissipativas; Epistemologia.

*I'M PRIGOGINE, NICE TO MEET YOU!*

### ABSTRACT

Ilya Prigogine – an important physical chemist who studied thermodynamics, but who also developed elaborate epistemological discussions based on his research – seems to us to be a promising name for the enrichment of philosophical discussions beyond the field of exact sciences. With this investigation, we seek to present (or make even more familiar) Ilya Prigogine and explore the backbone of his theoretical construct, making reflections on the relevance and use of the Prigoginian framework. We intend this research to serve as bibliographic support for researchers who use the Prigoginian framework in their research or even to instigate that new researchers - whether from the field of social sciences or exact sciences - get to know Prigogine's ideas and encourage themselves to use them in their works.

**Keywords:** Prigogine-thought; Prigoginian framework; Classical science; Dissipative structures; Epistemology.

*PLACER, PRIGOGINE*

### RESUMEN

Ilya Prigogine, un importante físico-químico que estudió la termodinámica pero también desarrolló elaboradas discusiones epistemológicas a partir de su investigación, parece ser un nombre prometedor para enriquecer las discusiones filosóficas más allá del campo de las ciencias exactas. Con este trabajo, buscamos presentar (o hacer aún más familiar) a Ilya Prigogine y explorar la columna vertebral de su construcción teórica, reflexionando sobre la

---

<sup>13</sup> A versão compacta deste artigo, com o mesmo título, foi aceita na revista *Em Construção: arquivos de epistemologia histórica e estudos de ciências*, mas ainda não publicado pelo periódico até o presente momento.

pertinencia y el uso de su enfoque. Esperamos que esta investigación sirva como apoyo bibliográfico para investigadores que utilicen el enfoque de Prigogine en sus estudios, o incluso para inspirar a nuevos investigadores, ya sea en el campo de las ciencias sociales o de las ciencias exactas, a conocer las ideas de Prigogine y a utilizarlas en sus trabajos.

**Palabras clave:** Pensamiento-Prigogine; Enfoque Prigoginiano; Ciencia clásica; Estructuras disipativas; Epistemología.

## INTRODUÇÃO

Ilya Prigogine (1917-2003) foi um químico russo que viveu a maior parte da sua vida na Bélgica, e que dedicou sua vida à pesquisa com ênfase na interface entre Química, Física e Filosofia, chegando até a ser considerado o “poeta da termodinâmica” pela elegância e lucidez de sua obra (Maruani, 2004). Prigogine investigou a dinâmica dos sistemas longe do equilíbrio junto aos fenômenos irreversíveis e às estruturas dissipativas (Almeida, 2004). Para esse pesquisador, os sistemas instáveis são o alicerce da descrição microscópica do mundo e estão estritamente ligados aos conceitos de irreversibilidade e flecha do tempo<sup>14</sup> (Massoni, 2008).

Honrado com o Prêmio Nobel de Química de 1977 por suas contribuições à termodinâmica do não-equilíbrio e pela teoria das estruturas dissipativas, Prigogine aponta que a ordem dá origem à desordem (em sistemas deixados ao acaso) e que a desordem pode dar origem à ordem (em sistemas de caos), que o tempo é, na realidade, irreversível e que existe uma “flecha do tempo” indicadora de probabilidades e não de certezas. Dessa forma, suas reflexões revolucionárias questionam a função do tempo, do conhecimento e das leis fundamentais que governam o universo<sup>15</sup> (Massoni, 2008; Maruani, 2004).

Sua aptidão por música, literatura, arqueologia, psicologia, direito e história influenciaram em muito não só a sua formação humanista, como a sua obra. Prigogine, desde a adolescência leu muitos textos filosóficos e a importância da filosofia clássica em sua obra é

---

<sup>14</sup> A flecha do tempo é um termo cunhado pelo astrofísico britânico Arthur Eddington (1882-1944) e que representa a unidirecionalidade temporal. Deste modo, a ciência newtoniana concebe os processos dinâmicos como reversíveis e suas equações resultam em movimentos plausíveis independente da inversão do tempo (Massoni, 2008). Indo em direção oposta, para Prigogine, é evidente que todas as entidades, vivas ou não, carregam em si a marca da flecha do tempo (Porush, 1991). Sem a flecha do tempo, não haveria mais um momento privilegiado conhecido como presente, que segue de um passado determinado e precede a um futuro indeterminado.

<sup>15</sup> A reflexão prigoginiana questiona algumas das concepções tradicionais das leis fundamentais do universo, especialmente no contexto da Termodinâmica e dos sistemas complexos longe do equilíbrio. Prigogine argumentou que as leis clássicas da Física, baseadas na reversibilidade temporal e na previsibilidade determinística, são inadequadas para descrever sistemas complexos e fenômenos irreversíveis. No entanto, é importante destacar que Prigogine não negou a possibilidade de estabelecer conhecimento probabilístico ou de delinear padrões de comportamento para o universo. Ele reconheceu a importância das probabilidades e estatísticas na descrição de sistemas complexos, mas enfatizou que a previsibilidade completa e determinística é limitada em tais contextos.

evidente. Inclusive foi influenciado por diversos autores do campo da filosofia, porém o que lhe fixou a atenção foram as discussões filosóficas de Bergson sobre o *tempo*, enxergando ali a possibilidade e a necessidade de investigações ainda mais aprofundadas. Com isso, o *tempo* é sempre discutido na obra prigoginiana, principalmente no que se refere à sua relação com o surgimento de novos tipos de organização (Earley, 2006).

Prigogine afirmava não só a relação do ser humano com a natureza, mas também da ciência com a filosofia, o que ele intitulava de *Nova Aliança*. E apesar de nunca ter se autointitulado filósofo, em suas publicações, ele partilhou a opinião de que a sua pesquisa científica tinha grande importância filosófica (Earley, 2006). Como apontam Costa *et al.* (2009, p. 2), Prigogine “teve grande contribuição não apenas pelas teorias na sua área, mas também pela discussão filosófica de temas pertinentes a vários outros campos (Filosofia da Ciência, Epistemologia), como no caso do tempo e o futuro da Ciência”.

Almejando um entendimento mais holístico da realidade, durante a composição de sua obra, Prigogine persistiu para que diálogo entre conhecimento científico e o universo filosófico acontecesse. E o resultado disso foi uma obra multifacetada, com proposições ousadas o suficiente para proclamar uma revolução em diversas áreas do conhecimento – na Engenharia, na Biologia e nas Ciências Sociais, por exemplo – de uma forma que outras teorias epistemológicas raramente o fazem (Carvalho, 2017).

Segundo Almeida (2004), a base epistemológica prigoginiana é construída em torno dos conceitos de bifurcação (ordem do acontecimento novo) e o de flutuação (diz respeito ao não previsível, mas que está em potencial). Ainda segundo Almeida (2004), as proposições prigoginianas tinham o intuito de mostrar que “a evolução do universo abriga desvios, flutuações, bifurcações e acontecimentos criadores de novas ordens” (p. 78).

Tendo como pressupostos o indeterminismo, a seta do tempo e a irreversibilidade, o pensamento prigoginiano sugere que ocorra a reconstrução das leis que alicerçam a ciência clássica (Prigogine, 2002b). Em outras palavras, Prigogine oportuniza não só epistemologicamente, mas também ontologicamente a reinterpretação da descrição do

universo<sup>16</sup> (Chassot, 2003). Ao propor essa nova leitura do mundo, o que Prigogine propõe é drasticamente inovador ao que ditam as ciências ocidentais, se configurando num ganho inestimável para o pensamento filosófico e científico.

Se por um lado as publicações de Prigogine foram recebidas com grande entusiasmo em muitas partes do mundo, em contra-partida, também, geraram certo desconforto na comunidade científica, principalmente entre os físicos (Earley, 2006). A Física clássica traz leis embasadas em um universo idealizado e *ignora a realidade do universo que nos é real, ou seja, instável e evolutivo* (Prigogine & Stengers, 1991, p. 199). Na nova configuração prigoginiana, os sistemas estáveis são tomados como exceções (Almeida, 2004). Prigogine também acredita que se deve ir além das fronteiras da ciência clássica e admitir a especificidade e a autonomia de todas as disciplinas científicas (Lombardi, 2012).

Com a proposta de *A Nova Aliança*, Prigogine coloca em questão a pertinência ética da ciência e discute a inviabilização de segregação entre ciências humanas, ciências da vida e ciências da natureza. Ao longo de sua obra, Prigogine diz que a ciência deve ser operacionalizada como ciência social<sup>17</sup>, deste modo, a propulsão da ciência não deve mais estar isolada das preocupações humanas.

Com base no que foi explanado, surgem as seguintes questões: Quem foi, de fato, Ilya Prigogine? Sobre o que versa a sua teoria? Suas proposições filosóficas têm verdadeiro impacto epistemológico? Por que seu constructo filosófico não é amplamente utilizado nas discussões científicas? Onde suas discussões são tomadas como referencial teórico? A partir do exposto e norteados por estes questionamentos, *pretendemos apresentar Ilya Prigogine e explorar a coluna vertebral do constructo teórico prigoginiano, fazendo reflexões acerca da sua pertinência e utilização.*

Cabe ressaltar que esta investigação se delimita em analisar a obra prigoginiana no que

---

<sup>16</sup> Nesse sentido, a proposta de Prigogine também possui aspectos ontológicos, pois afirma a existência de sistemas complexos e dinâmicos na natureza, nos quais a criatividade e a emergência de novas estruturas são intrínsecas. Ele sugere que a realidade é caracterizada por uma dinamicidade e complexidade inerentes, desafiando a visão clássica de um universo determinístico e estático. Portanto, a proposta de Prigogine envolve tanto uma reavaliação epistemológica dos métodos e limitações do conhecimento científico tradicional quanto uma perspectiva ontológica que reconhece a existência de sistemas complexos e dinâmicos. Sua abordagem questiona a concepção linear e determinística do mundo, abrindo espaço para uma compreensão mais complexa e em constante evolução da realidade.

<sup>17</sup> No que tange ao aspecto antropológico do fazer científico, existe um ponto de contato entre a obra de Prigogine e as obras de Bruno Latour, Ludwik Fleck e Claude Lévi-Strauss. Trata-se da compreensão da ciência como uma atividade humana enraizada em contextos culturais, sociais e históricos. Prigogine, Latour, Fleck e Lévi-Strauss reconhecem a importância do contexto antropológico na construção do conhecimento científico e enfatizam a necessidade de uma abordagem integrada que leve em conta as complexas interações entre humanos, sociedade, cultura e natureza.

tange, principalmente, às suas questões de cunho filosófico. Buscamos, assim, a partir de investigação teórico-bibliográfica e interpretativa, correlacionar evidências no intuito de apresentar o pensamento-Prigogine como uma possibilidade de referencial teórico consistente no campo epistemológico. No que tange ao procedimento da pesquisa esta é classificada como bibliográfica, adotando a abordagem qualitativa (Gil, 2008).

## **QUEM FOI ILYA PRIGOGINE?**

De antemão, justifica-se esta seção de apresentação da pessoa Prigogine, pois, conforme aponta Carvalho (2012), negligenciar os aspectos fundamentais das *bifurcações* da vida de Prigogine - como sua trajetória, sua formação intelectual, suas principais influências, sua visão de mundo - pode resultar numa compreensão não tão abrangente do pensamento-Prigogine.

Filho de judeus, Ilya Romanovich Prigogine nasceu em Moscou, no mesmo ano em que se dava início à Revolução Russa de 1917. Seu pai, Roman Ruvim Abramovich Prigogine, era um engenheiro químico na Escola Técnica Imperial de Moscou e sua mãe, Yulia Vikhman, era pianista (Millar *et al.*, 2002). Diante das incertezas advindas da Revolução Russa e da ameaça de confisco de seus bens, seu pai não teve condições de continuar com os negócios e a família deixou a Rússia quando o jovem Ilya tinha apenas quatro anos (1921).

Após uma curta estada na Lituânia, a família Prigogine emigrou para Berlim/Alemanha, justamente no período em que a situação econômica daquele país estava se deteriorando acentuadamente. Um antissemitismo cada vez mais virulento cercava a Alemanha, o que acabou levando a família mais uma vez ao exílio, quando, em 1929, eles finalmente chegaram a Bruxelas (Bélgica) e ali se fixaram. A partir de então, a Bélgica tornou-se sua pátria de adoção, Prigogine inclusive recebeu a nacionalidade belga em 1949 (Leroy, 2003).

O jovem Ilya mostrou um grande interesse em várias ciências humanas; sendo inclusive um excelente pianista. A certa altura ele chegou até a considerar o início de uma carreira artística. Porém, a sua decisão pela área de seus estudos profissionais - o cenário mundial era de iminência de mais uma grande guerra -, fez com que Prigogine escolhesse o que poderia ser menos arriscado para seu futuro, naquele momento. E foi assim que ele iniciou seus estudos em Química pela Universidade Livre de Bruxelas (UBL). E foi também nessa mesma universidade que ele recebeu seu doutoramento em Química ao apresentar a tese intitulada: *Um estudo termodinâmico de fenômenos irreversíveis*, em 1941. Esta tese foi realizada sob a supervisão de De Donder, um dos primeiros cientistas a enfrentar o problema dos sistemas de não equilíbrio

(Leroy, 2003; Maruani, 2004).

Em 1950, Prigogine assumia o cargo de professor na ULB, onde se dedicava às investigações dos fenômenos irreversíveis, fixando os seus esforços no campo de estudo da Termodinâmica. Com isso, na esfera científica, Prigogine primeiramente ganhou notoriedade por seus trabalhos sobre sistemas físico-químicos longe do equilíbrio termodinâmico (Carvalho, 2017).

Entre as décadas de 1960 e 1970, Ilya desenvolveu um modelo matemático que explicava, em circunstâncias muito especializadas, como a ordem poderia surgir espontaneamente a partir do aparente caos. Ele denominou as estruturas que tinham esse comportamento de "estruturas dissipativas" (Porush, 1991). Esse trabalho foi rapidamente reconhecido como tendo consequências profundas para a forma como se constrói a ciência.

A partir de então, Prigogine foi condecorado com 53 diplomas honorários, passou a ser membro de várias organizações científicas e recebeu inúmeros prêmios. Entre os principais, podemos citar o Prêmio Francqui de Ciências Exatas (1955) e a Medalha Rumford (1976). Porém, o mais importante prêmio recebido por Prigogine foi o Prêmio Nobel de Química de 1977, pela definição de estruturas dissipativas<sup>18</sup> e do papel destas em sistemas termodinâmicos longe do equilíbrio (Maruani, 2004).

Curiosamente, no contexto histórico de enorme instabilidade pós Segunda Guerra Mundial, ele intensificou seu interesse pela temporalidade. Prigogine agora incorpora à sua pesquisa a busca pela compreensão da estrutura e do significado do tempo e assim prosseguiu em toda a sua caminhada de pesquisador. E foi desta forma que ele se viu surpreendido com as negligências cometidas pela Física clássica ao tratar do tempo. Prigogine (2000) advogou a favor de um universo que está evoluindo na mesma direção do tempo, desta forma, as rochas, as estrelas, as galáxias, supergaláxias, todos os objetos e sistemas evoluem na mesma direção. Dito de outra maneira, envelhecemos todos juntos!

Para Carvalho (2012), considerando a trajetória de vida deste cientista como emigrado

---

<sup>18</sup> Prigogine desenvolveu um modelo matemático para os sistemas de não equilíbrio e foi capaz de mostrar, em termos gerais, como eles são criados e sustentados (Millar *et al.*, 2002). Prigogine nomeou seu modelo de estruturas dissipativas e se tratava de sistemas (físicos ou químicos) que, quando longe do equilíbrio, conseguem se auto-organizar em um nível mais alto de complexidade e, desta forma, desenvolver ordem a partir do caos - sair de uma bifurcação de caos aparente para a ordem (Porush, 1991). Esses sistemas foram nomeados de estruturas dissipativas por Prigogine porque eliminam (dissipam) os produtos de suas instabilidades para conseguirem sobreviver às trocas de energia com o universo entrópico (Porush, 1991). Enquanto para a termodinâmica clássica, a dissipação de energia está associada com desperdício, as estruturas dissipativas introduzem uma mudança radical ao postular que, em sistemas abertos, a dissipação converte-se em fonte de ordem (Capra, 2010).

e como testemunha de importantes momentos históricos durante século XX, é compreensível a defesa de Prigogine pela conceituação de um tempo que é presente em todos os níveis da realidade. Nas próprias palavras de Prigogine (2009, p. 36): “Não esqueçamos que minha geração conheceu Hitler, Franco, Mussolini, a Guerra Mundial e a programação da execução de um genocídio em grande escala. Apesar disso, creio que houve uma evolução positiva”.

Ao aprofundar-se nos estudos sobre a irreversibilidade e sobre o tempo, Prigogine se depara com questões filosóficas, epistemológicas, cosmológicas e encontra em sua pesquisa subsídios para endossar reflexões nestes campos. É importante destacar que, ao longo de sua vida intelectual, Prigogine demonstrou abertamente seu interesse pelas ciências humanas em seus livros e entrevistas, o que fez com que ele constituísse uma diversificada base de conhecimentos humanísticos (Carvalho, 2012).

Para Prigogine, muitos pesquisadores trabalham na ciência e depois, na idade avançada, vão para a filosofia, mas disse que o caso dele era diferente. Apesar de sua cautela e modéstia ao discutir temas não relacionados à Física e à Química, Ilya acreditava que sua originalidade se devia ao fato dele “ter vindo” da filosofia e depois para a ciência, e não o contrário. Cabe ressaltar que desde muito jovem, Prigogine já era um empenhado leitor de autores do campo filosófico (Prigogine, 2000).

*É verdade que eu próprio me sinto um ser híbrido, interessado nas duas culturas: as ciências humanísticas e as letras, por um lado, e as ciências ditas exatas, por outro. Com efeito, vivi muito intensamente este conflito entre as duas culturas durante os meus estudos e até nas leituras que fazia. Dizia-se que a divisão entre as duas culturas se devia ao fato de os não cientistas não lerem Einstein e de aqueles que se ocupavam de ciência não terem cultura literária. Penso que é uma maneira muito superficial de ver as coisas. (Prigogine & Stengers, 1990, p. 27)*

Segundo Prigogine, vivenciamos hoje um tempo em que acontece a reconciliação entre o ser humano e a natureza e entre a ciência e a filosofia. Com isso, termos como aliança e reconciliação se apresentam como conceitos chave no pensamento-Prigogine. Prigogine mesmo, apesar de físico-químico, experimentou um rico diálogo com a filosofia.

*[...] meu trabalho foi um trabalho de reconciliação. Quer dizer que vejo agora mais próximas a Física e a filosofia. A filosofia sempre insistiu sobre o Tempo. O Tempo era sua grandeza central, porque o Tempo é também a ética, a escolha de valores. (Prigogine & Blattchen, 1998, P. 39)*

No ideário prigoginiano estamos presenciando uma palpável metamorfose da ciência,

em que a visão clássica é extrapolada e surge uma nova leitura do mundo, agora baseada nos conceitos de probabilidade, indeterminismo, irreversibilidade, não equilíbrio, complexidade, entre outros, dando um novo sentido às “leis da natureza” (Carvalho, 2012). Desde seu ensino médio, o jovem Prigogine foi um ávido leitor de Henri Bergson<sup>19</sup> - filósofo francês (1859-1941) honrado com o Prêmio Nobel de Literatura de 1929 - e pela obra desse pensador foi fortemente influenciado. Talvez Bergson, com suas duras críticas à ciência clássica e sua concepção de tempo e de duração, seja a mais forte influência encontrada no pensamento-Prigogine (Earley, 2012).

Para o pensamento-Prigogine, a irreversibilidade é algo comum a qualquer estrutura do universo; e este universo, para Bergson, dura. Deste modo, Bergson e Prigogine convergem em suas obras para uma necessária nova lente para a compreensão da realidade; desta vez ligada ao novo, à mudança - para ambos, o tempo<sup>20</sup> ocupa uma posição fundamental.

*Com a visão de Bergson, tem-se a duração e a intuição de sermos parte de um todo indivisível, de sermos atravessados por esse todo. Com a visão de Prigogine, tem-se a flecha do tempo, a irreversibilidade, a proposta de uma ciência que enxergue a criatividade na natureza; sendo essa criatividade, o tempo. (Carvalho, 2012, p. 39)*

Porém, estes dois autores não são totalmente concordantes. Para Prigogine, a diferença de sua proposta para a de Bergson é que a teoria bergsonianiana se constituía praticamente como uma rival do conhecimento científico. Prigogine acredita inclusive que foi o posicionamento anticência que fez com que a proposta de Bergson fracassasse. Bergson, ao acreditar na pura duração, acabava projetando um modelo de investigação ainda mais preciso e absoluto que aquele seguido pela ciência clássica ao qual ele tanto criticava (Prigogine & Stengers, 1990, p.

---

<sup>19</sup> Henri Bergson (1859–1941) foi um filósofo francês do século XX. Ele é conhecido por suas contribuições para a filosofia da mente, da percepção, do tempo e da memória. Bergson desenvolveu uma abordagem filosófica conhecida como "intuicionismo" ou "filosofia da intuição", que enfatiza a importância da experiência direta e da intuição na compreensão da realidade. Ele argumentou contra a concepção mecanicista do mundo e defendeu a ideia de que a realidade é um processo contínuo e em constante mudança, no qual a duração desempenha um papel fundamental. Ele argumentou que a experiência subjetiva é essencial para entender a realidade, e que a memória desempenha um papel crucial na formação de nossa percepção do tempo.

<sup>20</sup> Na visão de Prigogine, o tempo está associado ao conceito de entropia, que é uma medida da desordem ou aleatoriedade do sistema. Ele via o tempo como intimamente ligado ao fluxo de energia e matéria através de um sistema, levando ao surgimento de novas estruturas e padrões. Através desse fluxo, os sistemas complexos podem se auto-organizar e exibir o que ele chamou de "estruturas dissipativas", que mantêm um equilíbrio delicado entre ordem e caos. Assim, a compreensão de Prigogine do tempo vai além de uma progressão linear do passado para o futuro. Ele viu o tempo como um participante ativo na evolução de sistemas complexos, moldando seu comportamento e permitindo o surgimento de fenômenos novos e imprevisíveis. O tempo, nesse contexto, é uma força dinâmica que influencia a organização, estabilidade e evolução desses sistemas.

24).

*O que é a vida?*, livro de Erwin Schrödinger (1944), foi outra obra de muito impacto para o pensamento-Prigogine, uma vez que possibilitou a Prigogine fazer associações entre a vida e a produção de entropia (aos processos irreversíveis). As colocações levantadas por Schrödinger (1944) despertaram em Prigogine inquietações sobre como uma estrutura, viva ou não, pode surgir do estado de não equilíbrio.

Ao fazer reflexões sobre as implicações filosóficas das descobertas da biologia molecular, *O acaso e a necessidade: ensaio sobre a filosofia natural da biologia moderna* (1ª edição – 1970), o livro de Jacques Monod também foi importante para a edificação da obra prigoginiana. Curiosamente, grande parte da estrutura argumentativa desse livro é refutada por Prigogine, mas ele mesmo reconhece a importância de sua leitura para a composição de seus apontamentos (Prigogine & Stengers, 1990).

Apesar de sofrer influência de diversos pensadores, foi a parceria intelectual de Prigogine com Isabelle Stengers, Química e filósofa da ciência, que mais contribuiu para elaboração do pensamento-Prigogine. Almeida (2004, p. 78) afirma inclusive que essa colaboração “faz da obra de Prigogine um exemplo de ciência transdisciplinar, tecida em conjunto, complexa”. Ademais, dar créditos aos participantes de suas pesquisas e dialogar com profissionais de distintas áreas eram práticas científicas comuns para Prigogine.

Stengers torna-se fundamental para a composição do pensamento-Prigogine, pois foi em parceria com ela que Prigogine publicou suas principais obras com vertente filosófica - *A nova aliança: metamorfose da ciência* (Prigogine & Stengers, 1983) e *Entre o tempo e a eternidade* (Prigogine & Stengers, 1988). Na obra *O fim das certezas – tempo, caos e as leis da natureza* (Prigogine, 1996), apesar de não estar creditada como autora, Prigogine já nas primeiras páginas deste livro afirma que Stengers participou de toda a composição do livro, mas que, por modéstia, recusou ser incluída como co-autora. Estes três livros, conjuntamente com *As leis do caos* (Prigogine, 1993) - este escrito somente por Prigogine -, são os pilares do pensamento-Prigogine. Estas obras têm a missão de apresentar as bases teóricas e proposições epistemológicas que subsidiam a ideia de uma ciência em metamorfose proposta por Prigogine e Stengers.

Em termos teóricos, em suma, a obra prigoginiana almeja que os sistemas instáveis (de não-equilíbrio) sejam considerados como a base da descrição microscópica do universo. E a consequência disso seria a reformulação das leis da dinâmica, da relatividade e da quântica, em nível estatístico, o que torna a irreversibilidade e a seta do tempo como os elementos

fundamentais na descrição da matéria. (Costa *et al.*, 2009)

*O nascimento do tempo* (1988), *El redescubrimiento del tiempo* (1992) e *Ciência, razão e paixão* (2009), ainda que não sejam obras lançadas pelo próprio Prigogine, sendo basicamente compilações de entrevistas, artigos e palestras do autor, corroboram substancialmente para a compreensão do constructo teórico prigoginiano. Diversas outras obras foram publicadas por ele em parceria com cientistas e intelectuais de diversas áreas que viram pertinência em suas argumentações, mas que não são relevantes para este trabalho por não versarem especificamente sobre posicionamentos epistemológicos.

Ao analisar a obra prigoginiana, Carvalho (2012), de forma muito assertiva, elencou suas temáticas fundamentais e estas foram esquematizadas no quadro 1 para melhor categorização.

Quadro 1 – Principais temáticas abordadas pelo pensamento-Prigogine

Temática	Tópicos analisados
Universo	Origem, interpretação, concepção, características e evolução
Natureza	Relação com o ser humano, seus papéis, dinamicidade e criatividade
Vida	Definição, composição, necessidades, características, implicações, limites e desafios
Ser Humano	Relação com a natureza, o conhecimento e seus limites
Ciência	Contextualização histórica, mitos, aplicações, desafios e limites
História	Ampliação do conceito de historicidade, seus significados
Tempo	Mudança de foco, novo conceito, universalização, desdobramentos e como a temporalidade pode representar um elo entre o ser humano e a natureza e entre os mais variados saberes

Fonte: Carvalho, 2012. Elaborado pelo autor

Exposta nos livros citados anteriormente, a proposta prigoginiana de reformulação das leis fundamentais da Física representa, sem dúvidas, uma mudança ousada e inovadora (Massoni, 2008). Ao propor que a aparente desordem de determinados sistemas físico-químicos pode, na verdade, ser fonte de um novo tipo de ordem e que esta, por sua vez, possibilita o surgimento de novas estruturas, Prigogine contribuiu consideravelmente para a elaboração das teorias da complexidade e do caos. Prigogine é provavelmente o nome mais famoso no que tange a esses dois segmentos (Carvalho, 2017; Porush, 1991).

Para além disso, Almeida (2004) diz que em toda a obra de Prigogine são explicitadas criativas e corajosas reflexões sobre a ética do trabalho científico, a função política da ciência e a responsabilidade dos cientistas. Com isso, Prigogine faz exatamente o que ele defende em sua teoria e se mostra como um exemplo exponencial da integração da ciência com todos os

demais aspectos da cultura e da sociedade. Essa é uma das muitas características que o faz ser considerado como um dos mais brilhantes cientistas e filósofos do século XX (Costa *et al.*, 2009).

Nos seus últimos anos de vida, Prigogine concentrou-se em pesquisar o papel fundamental do indeterminismo em sistemas não lineares, tanto no nível clássico quanto no quântico. E em 2003, já com 86 anos de idade, ele falece. “A comunidade científica mundial conta agora com a ausência de um dos cientistas mais brilhantes do século XX” afirma Almeida (2004, p. 77).

Prestando homenagem a Prigogine após seu falecimento, Chassott (2003, *apud* Massoni, 2008) escreve:

*A Ciência, que iniciara o século (referindo-se ao século XX) arvorado em certezas, no seu ocaso as havia abandonado. Foi, muito provavelmente, Prigogine quem muito nos ajudou a entender de uma maneira diferente a linguagem usada para descrever o universo. [...] a abandonar uma ciência dogmática e neutra e tela também como um instrumento para contribuir para a existência de uma sociedade mais justa”. (Chassott, 2003 *apud* Massoni, 2008, p. 2308-2)*

Dito de outra forma, a mensagem que Prigogine e Stengers (1991) tentam trazer para o mundo é que vivemos hoje o fim das certezas e que, conseqüentemente, o futuro não está dado (na verdade, nunca esteve). E ao se questionar sobre se aceitar as incertezas seria uma derrota do espírito humano, ele se diz convencido do contrário!

## **CONSTRUCTO TEÓRICO PRIGOGINIANO**

Apesar de imperiosa por décadas, a ciência clássica nos induz a crer na ilusão de que compreender fenômenos simplistas estudados pela Física significa compreender todo o conjunto da natureza (Prigogine & Stengers, 1991). Nesta perspectiva clássica, a realidade pode ser condensada a uma verdade única, verdade essa que só é decifrável por intermédio das leis Físicas e matemáticas.

As Leis de Newton – alicerces inabaláveis da ciência clássica – juntamente com a sua concepção da realidade, da temporalidade e dos fenômenos da natureza, já não são mais dogmas inquestionáveis. E se analisarmos cautelosamente, nem mesmo em sua época essas leis foram completamente aceitas. Parte considerável até mesmo de físicos admitem que sua aplicabilidade é pertinente somente para algumas áreas e situações específicas, em outras palavras, o modelo

newtoniano tem aplicabilidade restrita (Prigogine & Stengers, 1991; Carvalho, 2012).

Segundo Porush (1991), o problema de dois corpos interagindo no espaço euclidiano puro segue rigorosamente as leis newtonianas. Porém o macrocosmo é mais complexo que isso e o problema de resolver as trajetórias de três ou mais corpos interagindo se torna extraordinariamente difícil. Ora, e o que é o nosso universo senão um grande número de corpos e forças interagindo ao mesmo tempo?

Prigogine está inserido neste grupo de pensadores que acreditam que apesar de ainda ser muito útil, a idade de ouro da ciência clássica já passou. Este cientista afirma que a Física newtoniana foi superada por três vezes: primeiro, com a introdução do espaço-tempo na relatividade geral, depois com o uso da função de onda na mecânica quântica e, finalmente, com o reconhecimento do indeterminismo no estudo de sistemas instáveis - teoria do caos (Prigogine & Stengers, 1991).

Assim como a ciência clássica não comporta o caos, segundo o pensamento-Prigogine, a quântica também não é capaz de exprimir a evolução dos sistemas caóticos quânticos em termos de funções de onda de Schroedinger. Já a teoria da relatividade nega a existência do tempo, considerando a diferença de passado e futuro apenas como uma quimera<sup>21</sup> (Massoni, 2008). Deste modo, a teoria quântica e a da relatividade, apesar de apresentarem inovação, trazem fortes continuidades da ciência clássica, de maneira que, para Prigogine, em sistemas caóticos é necessário ir além do espaço de Hilbert.

Indo em direção oposta, e sendo provavelmente o principal nome nos estudos dos sistemas longe do equilíbrio, Prigogine acredita que os processos irreversíveis é que devem ter destaques no mundo científico, pois estes estão presentes na maioria quase absoluta dos fenômenos naturais. Com isso, Prigogine se nega a aceitar que a irreversibilidade esteja ligada à simples escolha das variáveis usadas na descrição dos sistemas ou à ignorância humana. O pensamento-Prigogine sustenta que a fonte da irreversibilidade é a própria dinâmica das interações envolvidas em processos específicos (Earley, 2012).

Prigogine (1996, p. 163) ainda alerta que “a ciência clássica, de Newton a Einstein, tem sido o apogeu de uma visão estática do universo” e que “na visão expressa dessa ciência, levada por uma razão intemporal, não há lugar para o devir”. Porém, a verdade é que o mundo

---

<sup>21</sup> Essa afirmação é mais bem ilustrada pela conhecida frase de Einstein retirada carta que ele escrevera para a viúva de seu melhor amigo: “A distinção entre passado, presente e futuro é apenas uma ilusão teimosamente persistente”. Por outro lado, é importante frisar que essa ilusão somente pode ser percebida quando se os corpos se movimentam em velocidades absurdamente altas, como as que experimentam um fóton, por exemplo (1,08 bilhão de km/h).

macroscópico está sempre em processo. Qualquer que seja o estudo deste mundo, afirma Prigogine, requer uma ciência do devir<sup>22</sup> (Porush, 1991).

O fato de a termodinâmica clássica preocupar-se com os processos reversíveis (estados de equilíbrio), frequentemente inquietava Prigogine. E o motivo é claro, tais situações são raras no mundo real (Millar *et al.*, 2002). No ideário prigoginiano, nunca uma teoria comprovou a equivalência entre o que é feito e o que é desfeito, “entre uma planta que cresce, floresce e morre e uma planta que renasce, rejuvenesce e retorna à semente primitiva” (Massoni, 2008, p. 2308-2). Em situações não ideais, o que realmente acontece é que os sistemas inanimados se direcionam, em geral, a um estado de crescente desordem, enquanto os sistemas vivos convergem para um estado organizado e ordenado, a partir de materiais relativamente desorganizados (Millar *et al.*, 2002).

“Qual o significado da evolução de um ser vivo no mundo descrito pela termodinâmica, um mundo de desordem sempre crescente?”. Segundo Prigogine e Stengers (1997, p. 103), nós somos então perseguidos por esta questão há mais de um século. E foi a partir desta questão que Prigogine escolheu dedicar grande parte de sua carreira científica para elucidar os aspectos macroscópicos e microscópicos do segundo princípio da termodinâmica<sup>23</sup>, a fim de estender sua validade a novas situações (Earley, 2012).

Através de seus estudos, Prigogine constatou que, embora o universo possa avançar em direção à entropia<sup>24</sup>, espontaneamente surgem sistemas abertos com elevado grau de ordem. O cientista ainda afirma que esses sistemas não apenas resistem à entropia, mas também se desenvolvem (evoluem) cada vez mais estruturados (Porush, 1991).

A entropia é, por si mesma, irreversível: move as coisas em uma única direção. Uma vez na estrada entrópica, você não pode voltar para casa (Porush, 1991). Uma vez que sistemas

---

<sup>22</sup> Devir é um termo filosófico amplamente utilizado por Prigogine em sua obra. Trata-se de um termo polissêmico e este já foi discutido por importantes filósofos. Para Heráclito, por exemplo, o devir universal é a lei do universo, em que nada é, tudo flui. Desta forma, tudo o que existe é conduzido pelo fluxo do devir. Já Aristóteles definiu devir como nada mais que a passagem da potência ao ato. Enquanto isso, Hegel acreditava que o devir constitui a síntese dialética do ser e do não-ser, pois tudo o que existe é contraditório estando sujeito a desaparecer (Japiassu & Souza Filho, 1990).

Ainda neste sentido, Hegel afirmava que a filosofia tem que pensar a vida, ou seja, que a filosofia deve pensar a história e o devir dos homens e das sociedades (Japiassu & Souza Filho, 1990). Estes dois pontos – a história e o devir do homem – são alguns assuntos mais discutidos na obra Prigoginiana. O que nos leva, mais uma vez, a ratificar a pertinência em visualizar as discussões prigoginianas como contribuições filosóficas.

<sup>23</sup> O Segundo Princípio estabelece que a energia disponível no universo executa um movimento que vai da ordem perfeita à desordem absoluta, na qual se esgotará completamente (Carvalho, 2012).

<sup>24</sup> A concepção de entropia foi introduzida no século XIX por Rudolf Clausius, um físico e matemático alemão, para medir a dissipação de energia em calor e atrito. Clausius definiu a entropia gerada num processo térmico como a energia dissipada dividida pela temperatura na qual o processo ocorre (Capra, 2010).

reversíveis apresentam variação de entropia nula e os sistemas irreversíveis produzem entropia, Prigogine acredita que o aumento da entropia indica a direção do futuro (Massoni, 2008). Assumindo que a entropia continua aumentando à medida que os processos avançam e que a energia dissipada nunca pode ser recuperada, Prigogine acredita que esse sentido em direção a uma entropia sempre crescente é o que fundamenta, caracteriza e possibilita a flecha do tempo (Capra, 2010).

Segundo o pensamento-Prigogine, o determinismo clássico é fundamentalmente uma negação da flecha do tempo - termo cunhado pelo astrofísico britânico Arthur Eddington (1882-1944) e que representa a unidirecionalidade temporal. Isso porque tanto a equação de Newton (mecânica clássica) quanto a função de onda de Schroedinger (mecânica quântica) concebem os processos dinâmicos como reversíveis e suas equações resultam em movimentos plausíveis independente da inversão do tempo (Massoni, 2008).

Por exemplo, se o tempo fosse revertido, a Terra giraria em torno do Sol na direção oposta e isso parece bastante aceitável, mas também um vidro quebrado no chão remontaria milagrosamente seus cacos de todas as direções e subiria de volta à mesa. Porém, nenhum desses processos é visto na natureza. Indo em direção oposta, para Prigogine, é evidente que todas as entidades, vivas ou não, carregam em si a marca da flecha do tempo (Porush, 1991). Sem a flecha do tempo não haveria mais um momento privilegiado conhecido como presente, que segue de um passado determinado e precede a um futuro indeterminado.

Contudo, é preciso deixar claro que o “nascimento do nosso tempo não é, por conseguinte, o nascimento do tempo. Já no vazio flutuante, o tempo preexistia em estado potencial” (Prigogine, 2008, p. 57). Nessa perspectiva prigoginiana, o tempo é eterno.

*Podemos falar do tempo de nosso nascimento, do tempo da fundação de Roma ou do aparecimento dos mamíferos e até mesmo do tempo do nascimento do universo. Mas a questão de saber “quando começou o tempo” escapa mais do que nunca à Física, como sem dúvida escapa às possibilidades de nossa linguagem e de nossa imaginação. Não podemos pensar a origem do tempo, mas apenas as “explosões entrópicas” que a pressupõem e são criadoras de novas temporalidades, produtoras de existências novas, caracterizadas por tempos qualitativamente novos. O tempo “absoluto”, que precede toda a existência e todo o pensamento, situa-nos, portanto, no lugar enigmático que obsidiana a tradição filosófica, entre o tempo e a eternidade. (Prigogine & Stengers, 1990, p. 203)*

De maneira ampla, Prigogine tenta nos dizer que “somos os filhos do tempo e não os seus genitores” (Prigogine, 2009, p. 58). E é justamente essa percepção temporal da natureza

que possibilita a compreensão de uma nova aliança entre o ser humano e a natureza proposta pelo pensamento-Prigogine (Carvalho, 2017).

Na perspectiva de Prigogine, vivermos num tempo intrinsecamente irreversível e os sistemas físicos não enxergarem essa flecha do tempo fez com que surgisse o paradoxo do tempo. O pensamento-Prigogine acredita que a resolução desse paradoxo do tempo encontre-se no melhor entendimento dos sistemas dinâmico instáveis. Para isso, é preciso aceitar “que a dinâmica não é determinista, que a noção de trajetória se perde com o tempo, e que essa perda de informação conduz necessariamente a uma forma de irreversibilidade” (Novaes, 2010).

Na verdade, o que Prigogine propõe é uma reconceitualização drástica para várias concepções fundamentais da matéria, em que coexistem a estrutura e a mudança, a quietude e o movimento. Ele sugere uma transição do estável para o instável, da ordem para a desordem, do equilíbrio para o não-equilíbrio, do ser para o devir (Capra, 2010). A perspectiva prigoginiana compreende, então, que “o mundo é constituído por movimentos irregulares, caóticos, concepção mais próxima dos atomistas antigos do que das órbitas newtonianas” (Costa *et al.*, 2009, p. 5).

Para a dinâmica clássica, a trajetória é o elemento fundamental que define o ideal de inteligibilidade. Uma vez que a trajetória descreve o comportamento apenas de forma determinista e reversível, Prigogine sugere que essa descrição seja realizada através do conjunto de trajetórias. Com isso, o pensamento-Prigogine aposta na concepção de que o caráter probabilístico deva ser ainda mais acentuado que no universo quântico (Prigogine & Stengers, 1991).

Massoni (2008, p. 2308-4) afirma inclusive que “a ruptura da equivalência entre a descrição individual (trajetórias) e a descrição estatística é o ponto central da abordagem de Prigogine”. E Prigogine (2011) tinha clareza de que o abandono da noção de trajetória corresponderia a uma ruptura radical com a ciência clássica.

Ora, se os fenômenos instáveis não mais podem ser explicados através de trajetórias individuais ou funções de onda e sim por meio da evolução do conjunto de trajetórias, um dos aspectos cruciais desta nova leitura proposta por Prigogine é o surgimento da incerteza. Tomando que a quase totalidade dos sistemas têm sensibilidade às condições iniciais, a descrição estatística, intrinsecamente probabilística, torna-se indispensável para o pensamento-Prigogine (Massoni, 2008). E foi caminhando por esta via que Prigogine (2000) conseguiu demonstrar que, longe do equilíbrio, a estabilidade em relação às perturbações é geralmente perdida.

*O resultado essencial de nossa pesquisa é, de fato, a identificação de sistemas que impõem uma ruptura da equivalência entre a descrição individual (trajetórias, funções de onda) e a descrição estatística de conjuntos. E é no nível estatístico que a instabilidade pode ser incorporada às leis fundamentais. As leis da natureza adquirem, então, um significado novo: não tratam mais de certezas morais, mas sim de possibilidades. Afirmam o devir, e não mais somente o ser. (Prigogine, 1996, p. 158-159)*

Outro conceito frequentemente utilizado por Prigogine refere-se à bifurcação, sendo esta o ponto crítico por meio do qual um novo estado se torna possível na natureza (Prigogine & Stengers, 1991, p. 122). Ibáñez (2003, p.119) explica que “os pontos de bifurcação são zonas altamente instáveis, muito sensíveis a qualquer mínima alteração ou modificação de seu ambiente”. Diante de uma bifurcação, o sistema possui várias possibilidades e escolhe uma delas. Caso o experimento seja repetido, ele poderá escolher outro caminho. A escolha deste caminho está associada à probabilidade. Em outras palavras, e como Prigogine gosta de ressaltar, o futuro não é dado (Prigogine, 2000).

Partindo da lente prigoginiana, somente algumas possibilidades se concretizarão - e não todas. “Nesta perspectiva, nosso universo teria nascido sob o signo da instabilidade” (Prigogine & Stengers, 1991, p. 171). Ou seja, a origem do universo não é um acontecimento determinista, mas sim um acontecimento estatístico.

Para Prigogine (1997) fazia ainda mais sentido tratar do conjunto de trajetórias, pois é no nível das populações que emerge a distinção entre o passado e o futuro, a “flecha do tempo”. Mais que isso, abandonar as trajetórias individuais esclareceria, de uma vez por todas, que as leis da natureza não mais se referem às certezas e, sim, às possibilidades (Prigogine, 1997).

Prigogine também desenvolveu um modelo matemático para os sistemas de não equilíbrio e foi capaz de mostrar, em termos gerais, como eles são criados e sustentados (Millar *et al.*, 2002). Prigogine nomeou seu modelo de estruturas dissipativas e se tratava de sistemas (físicos ou químicos) que, quando longe do equilíbrio, conseguem se auto-organizar em um nível mais alto de complexidade e, desta forma, desenvolver ordem a partir do caos - sair de uma bifurcação de caos aparente para a ordem (Porush, 1991).

Esses sistemas foram nomeados de estruturas dissipativas por Prigogine porque eliminam (dissipam) os produtos de suas instabilidades para conseguirem sobreviver às trocas de energia com o universo entrópico (Porush, 1991). Enquanto para a termodinâmica clássica a dissipação de energia está associada com desperdício, as estruturas dissipativas introduzem uma mudança radical ao postular que, em sistemas abertos, a dissipação converte-se em fonte de ordem (Capra, 2010). “E esta nova propriedade, esta sensibilidade da matéria a si mesma e

a seu ambiente está ligada à dissipação associada aos processos irreversíveis” (Prigogine, 2011, p. 71).

As interações nas estruturas dissipativas são majoritariamente irreversíveis e raramente seguem trajetórias simples e, ainda quando parecem seguir uma via simples, continuam sendo processos irreversíveis (Porush, 1991). Para Prigogine, “a irreversibilidade, associada à flecha do tempo, pressupõe a existência de uma diferença intrínseca entre o passado e o futuro e é um elemento crucial da existência humana” (Prigogine, 2009, p. 53).

Próximo ao equilíbrio, os sistemas apresentam fenômenos repetitivos e suas leis são universais. Já as estruturas dissipativas distantes do equilíbrio, segundo o modelo de Prigogine, não seguem nenhuma lei universal e seus comportamentos são específicos para cada sistema distinto.

Para as estruturas dissipativas, é também distante do equilíbrio que surgem os pontos de bifurcação, que possibilitam mais de uma solução para as equações não lineares que descrevem os sistemas. Desta forma, afastar-se do equilíbrio significa mover-se do universal para o único, à riqueza e à variabilidade (Capra, 2010). “Num tom metafórico, pode-se dizer que, no equilíbrio, a matéria é cega, ao passo que longe do equilíbrio, ela começa a ver” (Prigogine, 2011, p. 72).

Três características importantes das estruturas dissipativas é que elas só podem existir em simbiose com o ambiente, não podem ser explicadas num mundo regido por leis reversíveis e que elas passam por sucessivas bifurcações (Costa; Cunha & Ghedin, 2009). Segundo Prigogine, durante as sucessões de bifurcações, intercalam-se zonas deterministas (entre as bifurcações) e zonas probabilísticas (que são os próprios pontos de bifurcação). Como as bifurcações possibilitam diversos caminhos para o sistema, quebra-se o determinismo desde a escala micro à escala macroscópica (Prigogine, 2009, p. 25).

*O ponto importante é que, estando muito afastado do equilíbrio, não há mais nenhuma garantia de que o sistema impulsionado voltará a seu estado inicial. Ao contrário, o sistema começa a explorar novas estruturas e novas espécies de organizações espaço-tempo, as quais chamo de estruturas dissipativas. (Prigogine, 1997, p. 83)*

Massoni (2008) alega que as flutuações e as instabilidades - conceitos inacessíveis à descrição determinística - desempenham um papel primordial no que tange às estruturas dissipativas. Sendo justamente as flutuações e as instabilidades a maior influência para a “escolha” do sistema por seu novo modo de ação e evolução.

Segundo Capra (2010), a Física clássica postula que a soma das propriedades das partes compreende o todo. Por outro lado, para Prigogine, as características de uma estrutura dissipativa são resultado de sua organização supramolecular e não podem ser compreendidas como a soma das propriedades individuais de suas partes (Capra, 2010).

Outro importante aspecto que afasta o pensamento-Prigogine da rígida estrutura da ciência clássica é que, no modelo prigoginiano para as estruturas dissipativas, ainda que conheça as condições iniciais de um sistema, isso não permitirá a previsão de qual das vias possíveis o sistema percorrerá. Desta forma, conforme explana Massoni (2008, p. 2308-3), “as estruturas dissipativas, reconhecem o papel fundamental das flutuações e da instabilidade, abrem um novo mundo, novas interrogações, noções de múltipla escolha, de liberdade e criatividade, que não têm lugar no mundo determinista”.

Quando as estruturas dissipativas sofrem perturbações e estas, ainda que pequenas, amplificam-se ao longo do tempo, significa que mesmo as trajetórias que possuam condições iniciais iguais ou muito similares, acabam divergindo exponencialmente com o passar do tempo (Massoni, 2008). Nomeiam-se esses sistemas, que possuem sensibilidade às condições iniciais, de sistemas dinâmicos instáveis. Quando esta instabilidade chega a sua marca mais radical, quando um sistema dinâmico instável chega ao seu ponto mais veemente, alcança-se o caos (Ibáñez, 2003).

A teoria do caos, defendida por Prigogine surge de seu sucesso em encontrar um modelo matemático que reconcilia os três paradoxos problemáticos da cosmologia científica do século XX: diferentes descrições de crescimento em sistemas físicos (entropia *versus* evolução), diferentes papéis do tempo (microscopia Física *versus* macroscopia biológica) e a problemática da representação simplista de um mundo nitidamente complexo. Ao dar peso à complexidade, a teoria prigoginiana reconcilia esse conflito entre os reinos microscópicos e macroscópicos (Porush, 1991).

O senso comum associa o caos à anarquia e à imprevisibilidade; mas não é assim que Prigogine o compreende. Antes atrelado apenas ao aumento da desordem, agora o caos é interpretado como fonte de ordem. Ou seja, os sistemas dinâmicos instáveis caóticos não são sinônimos de desordem, pois possibilitam, na instabilidade, a ocorrência de novos eventos que geram organização (Carvalho, 2012). Desta forma, sendo possível a existência da ordem e desordem no caos, este, surpreendentemente para a ciência clássica, apresenta um papel construtivo e indispensável (Capra, 2010; Massoni, 2008). Ou seja, o caos (ou processos irreversíveis) não é mais um mero acaso!

*Estamos, agora, em condições de decifrar a mensagem da evolução tal como ela se enraíza nas leis fundamentais da Física. Somos, doravante, capazes de decifrar seu significado em termos de instabilidade associada ao caos determinista e à não-integrabilidade.* (Prigogine, 2011, p. 158-159)

Uma vez que as estruturas biológicas, a auto-organização e a vida só são possíveis longe do equilíbrio (Massoni, 2008), é possível encontrar o indeterminismo e o comportamento caótico em quase todos os sistemas que existem na natureza (Fróis, 2004). Desta forma, Prigogine acredita que devam ser incorporadas a irreversibilidade, a probabilidade, o indeterminismo, e a assimetria do tempo nas expressões básicas da mecânica clássica e da quântica (Prigogine, 2000). E é neste ponto que Prigogine recebe suas maiores críticas e represálias, em grande parte pelos conservadores da Física clássica.

## **A EPISTEMOLOGIA DE PRIGOGINE**

Prigogine – tomando o tempo e a irreversibilidade como propriedades fundamentais para a compreensão do universo – acreditava que suas contribuições para o desenvolvimento da físico-Química poderiam também substanciar várias reflexões filosóficas<sup>25</sup> (Carvalho, 2012). Com isso, a relevância do pensamento-Prigogine ultrapassou os campos da Física e da Química e chegou até a Epistemologia. Massoni (2008), inclusive, ao referir-se ao constructo teórico de Prigogine para o campo filosófico, utiliza a expressão “ideias epistemológicas de Ilya Prigogine”.

*Mas acredito que filosofia e ciência estão conectadas; ambas são expressões da cultura humana, e você não pode fazer filosofia sem levar em consideração a ciência do seu tempo, ou fazer ciência sem entender quais são os problemas que interessam aos seus contemporâneos. Até sinto que, em certo sentido, os filósofos, artistas e escritores anteciparam o que está acontecendo agora.* (Prigogine, 2000)

De modo amplo, o pensamento-Prigogine é edificado nos conceitos de bifurcação - advinda da ordem do acontecimento novo - e de flutuação - que se refere ao não previsível, mas que está em potencial. Desta forma, pressupostos da teoria prigoginiana, como o caráter histórico do universo, a existência das estruturas dissipativas e da instabilidade das partículas

---

<sup>25</sup> Embora sejam disciplinas distintas, a físico-Química e a filosofia compartilham algumas áreas de interesse e podem influenciar-se mutuamente. Algumas dessas áreas de interesse são: epistemologia, metaFísica, filosofia da ciência, ética, reducionismo e emergentismo. Estas são apenas algumas das relações possíveis entre a físico-Química e a filosofia. Assim ambas as disciplinas podem se beneficiar de uma troca de ideias e perspectivas.

elementares, possibilitaram um novo entendimento do mundo.

Nesta nova compreensão do mundo, o lugar que habitamos no universo é, desta forma, um mundo de processos, de criação, de destruição e de evolução, ou seja, um mundo que não mais é governado por leis que ignoram a existência do tempo<sup>26</sup>. Solicita-se, desta forma, que o ideário de entendimento da Física clássica seja também reavaliado (Carvalho, 2012).

*Longe de reencontrar, além dos fenômenos de nossa escala, um mundo que escapa ao tempo, é um mundo ativo, no seio do qual se criam e desaparecem partículas a cada instante, que se impôs à surpresa dos físicos. (Prigogine & Stengers, 1992, p. 47).*

Para Prigogine (1991), estamos na Pré-História da ciência, mas que, ainda assim, já sabemos que as leis não governam o mundo e que este tampouco é regido pelo acaso. As leis Físicas estão associadas à instabilidade e, quer no nível microscópico, quer no macroscópico, descrevem os eventos enquanto possíveis, sem reduzi-los à consequências dedutíveis ou previsíveis de leis deterministas<sup>27</sup> (Prigogine & Stengers, 1991).

Ainda neste sentido, ao tratar do rompimento com a epistemologia cartesiana, Bachelard (Bachelard, 1991) está em acordo com a proposição prigoginiana, e também ratifica a inadequabilidade das simplificações newtonianas para a abordagem dos sistemas. Fróis (2004) nos alerta que estamos passando por uma crise esta que teve origem nas proposições de Einstein,

---

<sup>26</sup> Do ponto de vista antropológico, a rejeição de um mundo determinista por Prigogine pode abrir espaço para uma concepção mais aberta e complexa da ação humana. Ela pode fortalecer a ideia de que nossas escolhas e ações não são completamente predeterminadas, mas influenciadas por uma variedade de fatores, como contextos sociais, culturais, emocionais e pessoais. Isso permite uma compreensão mais ampla da liberdade humana, da criatividade e da capacidade de agir de forma não predeterminada. Essa visão pode ter implicações no desenvolvimento de teorias e abordagens antropológicas, enfatizando a importância da contextualização, da diversidade cultural e da complexidade na compreensão das ações humanas. Além disso, pode levar a uma perspectiva mais dinâmica e processual da cultura, reconhecendo a possibilidade de mudanças imprevisíveis e inovadoras ao longo do tempo.

<sup>27</sup> Prigogine desenvolveu a teoria dos processos irreversíveis e a teoria dos sistemas fora do equilíbrio, como já abordado, que procuram compreender a dinâmica de sistemas complexos que exibem comportamentos não lineares, auto-organização e evolução ao longo do tempo. Ele argumentou que esses sistemas exibem propriedades emergentes que não podem ser reduzidas aos componentes individuais ou às leis fundamentais da Física. Dessa forma, Prigogine via a Química, por exemplo, como uma disciplina que traz novos princípios e conceitos para além das leis fundamentais da Física, enfatizando a importância da compreensão dos processos irreversíveis e da natureza dinâmica dos sistemas complexos. Ele argumentou que a Química possui suas próprias leis e regularidades que não podem ser deduzidas unicamente da Física.

mas que não sabemos quando acabará<sup>28</sup>. Essa forte instabilidade foi e está sendo construída a partir de uma pluralidade de condições tanto teóricas, quanto sociais.

Santos (2010), afirma que essa desconstrução não é uma corrente isolada, mas que, ao contrário disso, estamos lidando com um movimento transdisciplinar que acontece em diversificadas áreas do conhecimento. E é neste contexto que Prigogine ganha espaço para trazer as suas discussões sobre o tempo, o espaço, a natureza, a sociedade e o ser humano. Diversos outros autores dedicaram esforços para contribuir com questões relacionadas a esta ruptura da ciência com a epistemologia cartesiana, porém Prigogine acaba colocando a sua teoria em evidencia devido à profundidade e à ousadia das suas proposições (Fróis, 2004).

Para o campo científico-filosófico, Prigogine propõe, ao mesmo tempo, uma abertura - com a reformulação dos fundamentos da Física, buscando uma nova coerência teórica - e uma continuidade - que possibilite a compreensão das teorias anteriores, assim como as suas contingências<sup>29</sup> (Carvalho, 2012). Com isso, ainda que a ciência clássica tenha conseguido, em tese e em sua época, uniformizar as leis do microcosmo terrestre e do macrocosmo celeste, para Prigogine, o problema central da cosmologia científica continua sendo o de reconciliar as contradições entre os dois níveis de descrição, microscópico e macroscópico, quanto à forma

---

<sup>28</sup> A proposta prigogineana pode ajudar a superar a crise de racionalidade, pois reconhece a necessidade de considerar a complexidade, a incerteza e a imprevisibilidade dos sistemas em estudo. Em vez de tentar simplificar e reduzir os fenômenos a modelos lineares e previsíveis, a proposta prigoginiana sugere que devemos abraçar a complexidade e a diversidade de sistemas reais. Ao adotar essa perspectiva, podemos desenvolver novos métodos de racionalidade que levem em conta a interconectividade, a não linearidade e a emergência de fenômenos imprevisíveis. Isso implica em aceitar a incerteza e a pluralidade de perspectivas, promovendo uma abordagem mais aberta e flexível para a compreensão dos problemas complexos.

<sup>29</sup> Cabe aqui ressaltar as diferentes perspectivas da comensurabilidade e incomensurabilidade na filosofia da ciência propostas por Thomas Kuhn e Karl Popper. Thomas Kuhn, introduziu o conceito de incomensurabilidade para descrever a falta de comparação direta entre paradigmas científicos distintos. Segundo Kuhn, diferentes paradigmas possuem estruturas teóricas, conceitos e critérios de avaliação diferentes, o que torna difícil a tradução e comparação entre eles. Para Popper, a comensurabilidade é crucial para a possibilidade de testar e comparar teorias, pois apenas por meio de comparações e refutações empíricas podemos avançar no conhecimento científico. Portanto, enquanto Kuhn enfatiza a incomensurabilidade entre paradigmas científicos como um obstáculo para a comparação direta e tradução entre diferentes estruturas teóricas, Popper destaca a importância da comensurabilidade para a avaliação objetiva das teorias científicas.

da organização da natureza<sup>30</sup> (Porush, 1991).

*A ciência proposta por Prigogine tem como principal meta estabelecer um diálogo dinâmico e aberto entre o ser humano e a natureza que não separe um do outro e que leve em conta a própria criatividade nos elementos mais básicos dos próprios fenômenos naturais. (Carvalho, 2017, p. 3)*

Corroborando com a proposta prigoginiana, Costa *et al.* (2009) afirma que a Ciência vive hoje um novo momento, sendo este um momento em que ela deve discernir novos horizontes, aceitar novas questões e assumir novos riscos. Para o autor, esta é a única certeza e possibilidade de se estabelecer uma aliança entre o ser humano, a ciência e a natureza.

*De alguma maneira, vejo meu próprio trabalho como o trabalho de reconciliação. Queria mostrar que a direção do tempo pode ser inserida no nível microscópico da dinâmica e, portanto, a famosa dicotomia entre as duas culturas, entre pessoas como Heidegger e Einstein, perde o sentido. (Prigogine, 2000, online)*

É importante frisar que Prigogine defende uma perspectiva crítica não só no que tange à ciência clássica, mas, à ciência como um todo (Carvalho, 2012). Prigogine inclusive questiona: se os resultados da ciência não interessam ao cidadão, como ousar pedir ao cidadão que apoie a ciência?<sup>31</sup> (Prigogine, 2000).

E foi através da ciência do caos que Prigogine diz ter proposto "novas leis da natureza" que podem conectar as duas culturas, ou seja, as ciências naturais e as ciências humanas. Em suma, essa ciência do caos, ferozmente defendida e amplamente aprimorada por Prigogine, demonstra que o discurso narrativo (aquele que considera a existência do tempo) tem potência

---

<sup>30</sup> A estratificação da realidade aponta a reconciliação das contradições entre os níveis de descrição microscópico e macroscópico como um desafio importante na compreensão da natureza e do mundo que nos cerca. A relação entre esses dois níveis tem sido objeto de discussão e pesquisa em várias áreas da ciência, incluindo a Física, a biologia e a filosofia. Uma abordagem para lidar com essa questão é reconhecer que os fenômenos macroscópicos emergem das interações e comportamentos das partículas no nível microscópico, mas também têm propriedades e leis que não podem ser completamente reduzidas a esse nível. Em vez disso, essas propriedades macroscópicas são o resultado de padrões e processos emergentes que surgem da complexidade das interações entre as partículas. Além disso, a compreensão dos sistemas complexos, incluindo os sistemas vivos, requer abordagens que vão além do reducionismo estrito. O emergentismo desempenha um papel importante aqui, reconhecendo que as propriedades e comportamentos dos sistemas complexos não podem ser inteiramente reduzidos aos seus componentes individuais.

<sup>31</sup> Essa postura de Prigogine inclusive nos direciona para outras discussões que ganharam bastante relevância no cenário atual como a pós-verdade e o negacionismo científico.

epistemológica<sup>32</sup> (Porush, 1991).

*Em todos os níveis, seja na Cosmologia, na Química, na Biologia ou nas Ciências Humanas, observamos instabilidade, flutuações e evolução. Quem poderia ter sonhado, no começo do século XX, que as partículas mais elementares são instáveis e que o nosso universo tem sua história.* (Prigogine & Stengers, 1991)

Levando em consideração que foi um novo entendimento da flecha do tempo que proporcionou a possibilidade de transformação epistemológica, é preciso, desta forma, compreender este tempo de maneira diferente do que a cultura clássica o fez. Segundo Prigogine, será por meio da correta compreensão do tempo que se efetivará a aliança do ser humano com a natureza, aliança essa que motiva toda construção teórica elaborada por Prigogine (Costa *et al.*, 2009).

Ao assumirmos *A Nova Aliança*, assumimos também que de agora em diante as ciências da natureza descrevem um universo imprevisível, cheio de diversidades qualitativas e de surpresas em potencial<sup>33</sup> (Prigogine & Stengers, 1991). “Explorar a natureza não é mais sobrevoá-la por acreditar que já a conhece, mas sim caminhar por ela e nela, para perceber sua multiplicidade e complexidade” (Costa *et al.*, 2009, p. 06).

Com isso, percebe-se que a teoria prigoginiana tem fortes pontos de desencontro com a ciência clássica. Talvez o principal deles seja a negação da temporalidade e da irreversibilidade por parte da ciência clássica. Neste sentido, Prigogine também enfatiza o fato de que a mecânica clássica pressupõe que determinismo e reversibilidade estritos se mantêm por toda parte, enquanto probabilidade e irreversibilidade são proibidas em qualquer contexto que seja (Porush, 1991). E assim como aponta Porush (1991), longe de ser apenas um mero problema de mecânica, isso também apresenta um conjunto de problemas filosóficos.

É importante destacar que as críticas à ciência clássica não são um fenômeno recente.

---

<sup>32</sup> Neste contexto, apontamos que a proposta filosófica de Prigogine tem relações diretas com apontamentos de Paul Feyerabend no que tange as seguintes linhas de discussão: crítica ao reducionismo, reflexões sobre os limites do conhecimento científico, papel da criatividade/ inovação científica e a relação entre ciência e sociedade.

<sup>33</sup> Na teoria de Ilya Prigogine, a relação entre emergência e superveniência desempenha um papel fundamental na compreensão dos fenômenos complexos e não lineares. A emergência refere-se ao surgimento de novas propriedades ou comportamentos em um sistema que não podem ser explicados ou reduzidos às propriedades dos componentes individuais desse sistema. Por sua vez, a superveniência é um conceito que descreve a relação de dependência entre diferentes conjuntos de propriedades ou estados de um sistema. Assim, Prigogine argumenta que a emergência e a superveniência estão intimamente relacionadas. A emergência descreve o surgimento de novas propriedades e comportamentos em sistemas complexos, enquanto a superveniência descreve a dependência das propriedades emergentes em relação às propriedades dos componentes individuais do sistema.

Newton, ainda em vida, foi confrontado diversas vezes por sua teoria, mas o que se observa agora é que o pensamento-Prigogine, com sua maneira original de ver, pensar e fazer ciência reascendeu novas críticas aos dogmas da ciência clássica (Carvalho, 2012). Como apontam Costa *et al.* (2009), o objetivo central dessa discussão é ultrapassar uma natureza autômata e perceber uma natureza aberta, imprevisível, indeterminista. Sendo este o caminho para o processo de metamorfose da ciência que ressignificará a relação do ser humano com a natureza, compreendendo a ciência como prática social<sup>34</sup>.

O universo de Newton é um lugar simples e organizado, de fato, um reino reconfortante, mas é também um lugar apenas imaginário/idealizado. E fundamentar uma epistemologia inteira insistindo que a natureza deve ser fundamentalmente simples nos coloca em conflito com a natureza óbvia das coisas ao nosso redor (Porush, 1991). Assim, a heterogeneidade não é mais lida como erro, anormalidade ou desvio do acaso em relação à média, mas sim como a própria base de processos biológicos, sociais e físicos (Maruyama, 1978). “Assistimos à emergência de uma ciência que não está mais limitada a situações simplificadoras, idealizadas, mas que nos coloca diante da complexidade do mundo real (Costa *et al.*, 2009, p. 2)”

*Creio que a ciência abre grandes possibilidades; mas vão ser realizadas ou não? Não sou profeta... Mas é nas escolhas, nas possibilidades - e creio que isso que é interessante -, que chegamos a uma nova racionalidade. Uma racionalidade na qual a verdade científica não é o certo ou o determinado, e o indeterminado ou o incerto não é a ignorância. Porque há liberdade na natureza que descrevemos, a qual permite por sua vez a liberdade interior que experimentamos. (Prigogine, 2002b, p. 73)*

Por outro lado, Maruyama (1978) nos alerta que a apreciação de uma nova epistemologia para nossa ciência exigirá um enorme esforço intelectual podendo ser, muitas vezes, uma experiência até traumática para a comunidade científica mais conservadora. A autora ainda afirma que levará décadas para que a comunidade científica acorde com a constatação de que essa revolução epistemológica é necessária e que ela pede a reestruturação

---

<sup>34</sup> Certos princípios e temas abordados pelo movimento *sci-studies* - abreviação de "Science and Technology Studies" (Estudos de Ciência e Tecnologia) - podem ser relacionados às ideias e abordagens de Prigogine. Isso porque ambos estão preocupados com uma visão mais ampla e contextualizada da ciência, reconhecendo que a atividade científica é influenciada por fatores sociais, culturais e históricos. Prigogine reconhece que os sistemas complexos exibem comportamentos emergentes que não podem ser completamente reduzidos às propriedades de suas partes constituintes. Da mesma forma, o movimento *sci-studies* enfatiza a complexidade da atividade científica e busca examinar como as decisões científicas são moldadas por fatores sociais, políticos e culturais. Embora Prigogine não seja um autor frequentemente citado dentro do movimento *sci-studies*, suas ideias sobre sistemas complexos, irreversibilidade e a importância do contexto histórico e social podem se alinhar com as preocupações e abordagens discutidas no âmbito do *sci-studies*.

de conceitos clássicos da ciência. Maruyama (1978) acredita que levarão mais algumas décadas para que o corpo principal da comunidade científica reconheça e aceite esta mudança epistemológica que, perceptivelmente, já hoje se encontra em progresso.

Neste sentido, Carvalho (2012) reforça que esse novo olhar para a ciência não significa uma crise paradigmática ou uma ruptura total com o paradigma que temos hoje; trata-se, no entanto, de uma metamorfose da ciência. Mas para que possamos conversar sobre os paradigmas dentro da teoria prigoginiana, faz-se necessário colocar frente a frente a posição epistemológica de Prigogine e de Kuhn.

Existem pontos divergentes entre o pensamento-Prigogine e a visão sobre ciência defendida por Thomas Kuhn. O principal deles é o questionamento de Prigogine quanto à necessidade de um deslocamento tão profundo de ideias para que se considere a ocorrência de uma revolução científica, problematizando a exigência de uma abrupta fragmentação com os paradigmas anteriores. O pensamento Prigogine, ao contrário disso, defende que também acontecem mudanças significativas durante os períodos chamados de *ciência normal* por Kuhn. Desta forma, a teoria prigoginiana defende, dentro do campo epistemológico, que a criatividade não é restrita aos períodos em que acontecem os eventos revolucionários.

*Tal descrição encontra-se em nítido contraste com a análise psicossocial, através da qual Thomas Kuhn recentemente fez rejuvenescer certos elementos essenciais da concepção positivista da evolução das ciências: evolução no sentido de uma especialização e compartimentação crescentes das disciplinas científicas, identificação do comportamento científico “normal” com o trabalhador “sério”, “silencioso”, que não se demora em questões “gerais” sobre o significado global das suas pesquisas, e se limita aos problemas especializados da sua disciplina, autonomia essencial do desenvolvimento científico em relação aos problemas culturais, econômicos e sociais. (Prigogine & Stengers, 1991, p. 219-220)*

Prigogine deixa claro que para ele o progresso científico não se trata de um momento de crise paradigmática e, posteriormente, de uma revolução científica. O pensamento-Prigogine entende que acontecem, sim, mudanças dentro das estruturas teóricas da ciência, mas que essas mudanças não são burocraticamente seccionadas em momentos de ciência normal e momentos de revolução científica (Prigogine & Stengers, 1991, p. 221). Assim, Prigogine não acredita que a evolução científica seja restrita ao movimento de ciência normal – revolução científica – ciência normal...

*Foram, sobretudo, as continuidades que nos retiveram; não as continuidades “evidentes”, mas as mais escondidas; questões a propósito das quais certos cientistas não pararam de se interrogar. [...] O cientista não está votado a comportar-se como um sonâmbulo kuhniano; ele pode, sem renunciar, contudo, a ser um cientista, tomar a iniciativa, procurar integrar nas ciências perspectivas e questões novas. (Prigogine & Stengers, 1991, p. 221)*

Prigogine e Gaston Bachelard convergem ao questionarem se a epistemologia cartesiana, sustentada na referência a ideias simples, seria o suficiente para caracterizar o pensamento científico atual. Para ambos, a ciência moderna tem profundidade e liberdade bem distintas da configuração cartesiana (Bachelard, 1991). Em contrapartida, Prigogine continua a divergir de filósofos que, assim como Bachelard, caracterizam o progresso da ciência em termos de rupturas.

*Argumenta ele [Prigogine] que não há de fato um vazio entre dois estágios da ciência, pois o hiato aparente estaria na verdade preenchido pelas questões negadas, declaradas ilegítimas, mas que por serem dotadas de existência real ali permaneceram, surdamente, limitando o solo do desenvolvimento científico estabelecido e lançando o germe das transformações naturais ao curso do saber, que acabarão por se articular em torno de uma verdadeira metamorfose da ciência. (Santos, 2010, p. 64)*

Diante do exposto, é importante frisar que Prigogine não tem a pretensão de criar um novo paradigma ou postular uma nova unanimidade para, então, ter cientistas a serviço desse novo paradigma desenvolvendo suas atividades de pesquisa seguindo uma “normalidade”. Diferentemente disso, seus pressupostos consideram a validade das teorias desenvolvidas anteriormente, porém, considerando as metamorfoses pelas quais a ciência tem experimentado desde o seu início. Dito de outra forma, para o pensamento-Prigogine, o mundo não é um espaço severamente regido por leis, como orienta a Física clássica, e tampouco este espaço é regido por simples obras do acaso (Carvalho, 2012).

## **CRÍTICAS AO PENSAMENTO-PRIGOGINE**

Ao questionar o limite de aplicabilidade do modelo da Física clássica para outras áreas do saber, a crítica de Prigogine às certezas baseadas no determinismo acabou atraindo mais críticas e hostilidade do que admiração e consenso. Por contestar a certeza proclamada pela ciência tomada como irrefutável e inquestionável Prigogine foi, por muitos, considerado como um traidor da ciência, um desertor da própria ciência, um herege (Spire, 2000, p. 80).

De modo geral, a comunidade científica reconhece a extensão, qualidade e importância

dos excelentes trabalhos que Prigogine fez na área de termodinâmica de não-equilíbrio. Ainda assim, um quantitativo considerável de físicos contesta ferozmente a sua obra. Algumas vezes por acharem que o seu modelo de estruturas dissipativas se trata de um domínio muito específico, outras vezes por acreditarem que Prigogine generalizou de forma irresponsável suas descobertas (Santos, 2010).

Na verdade, Prigogine não sugeriu o abandono das teorias já validadas, pois isso realmente seria incoerente. Para ele, os pressupostos da Física clássica eram coerentes para algumas áreas do campo científico (sistemas estáveis e deterministas), mas não para a sua totalidade (sistemas instáveis) (Carvalho, 2012). Porém, Prigogine não tentou apenas implementar mudanças trazendo novos argumentos, sua proposta pede que os conceitos já consolidados no meio científico sejam substancialmente revistos (Costa *et al.*, 2009).

*Na visão clássica, uma lei da natureza estava associada a uma descrição determinista e reversível do tempo, em que o futuro e o passado desempenhavam o mesmo papel. A introdução do caos obriga-nos a generalizar a noção de lei da natureza e nela introduzir os conceitos de probabilidade e de irreversibilidade. Trata-se, nesse caso, de uma mudança radical, pois, se quisermos mesmo seguir essa abordagem, o caos nos obriga a reconsiderar a nossa descrição fundamental da natureza [...] quer microscópico, quer macroscópico, quer cosmológico. (Prigogine, 2002a, p. 11)*

Segundo Almeida (2004), as forças de resistência ao novo, o despreparo ao que desestrutura a certeza anterior, foram os principais entraves para a implementação efetiva do pensamento-Prigogine no meio científico. Só para se ter noção da mudança pretendida, a concepção de Prigogine de tempo, espaço e matéria ou se distancia em algum ponto ou até se opõe radicalmente às teorias elaboradas por Jacques Monod, Schrödinger, Henri Bérignon, Isaac Newton e Albert Einstein (Almeida, 2004).

Novaes (2010, p. 1306-1), ao defender ferozmente a Física clássica, aponta três grandes falhas na obra prigogiana. A principal delas é que a "revolução" que Prigogine diz ter introduzido no campo científico foi feita por outras pessoas. Novaes (2010) afirma que, apesar de Prigogine ser provavelmente o nome mais famoso na teoria do caos e na teoria da complexidade, ele fez poucas contribuições originais para esses campos. O autor afirma que somente os termos "estruturas dissipativas" e "longe do equilíbrio" pertencem a Prigogine, mas que a maioria dos conceitos-chave que são apresentados na obra prigoginiana são conceitos termodinâmicos que já estavam elucidados nas teorias de Boltzmann, Bertalanffy e Schrödinger ("auto-organização", "sistemas complexos", "pontos de bifurcação", "não linearidade",

“quebra de simetria”, “irreversibilidade”).

Um dos principais críticos do trabalho de Prigogine foi Jean Bricmont, professor de Física teórica da Universidade Católica de Louvain, situada a uma curta distância de Bruxelas, sendo inclusive o autor de uma das mais consistentes críticas aos argumentos de Prigogine. O trabalho em questão trata-se do artigo que foi polemicamente publicado com o título *Science of chaos or chaos in science?* (1995). O principal argumento de Bricmont (1995) é que a explicação de Boltzmann, difundida no final do século XIX, sobre a origem da irreversibilidade, já é totalmente satisfatória. Para este crítico, trabalhos recentes sobre a termodinâmica de processos irreversíveis não trouxeram mudanças radicais na compreensão Física fundamental (Earley, 2012).

Já Bishop (2004) acredita que a origem local da irreversibilidade tenha sido estabelecida de maneira inequívoca por Prigogine. Na visão dele, o trabalho de Prigogine avançou bastante na descrição e no entendimento de sistemas distantes do equilíbrio, mas ele não está convencido de que a flecha do tempo não tenha sido colocada “à mão”, talvez inconscientemente, por razões basicamente filosóficas (Earley, 2012).

Novaes (2010) concorda com Bricmont (1995) e afirma que, além de não se sustentarem, a motivação e a proposta prigoginiana de uma reformulação probabilística para as leis que subsidiam a Física clássica são irracionais e deficientes.

*As declarações são evidentemente exageradas. Em nenhum momento se faz necessário repensar as leis fundamentais da Física. De maneira alguma eliminamos a noção de trajetória da nossa descrição microscópica. Simplesmente optamos por uma descrição estatística como consequência da nossa ignorância sobre as condições iniciais. Por mais que Prigogine diga que a representação estatística é irreduzível, ela não é. (...) não há hipótese de qualquer resultado obtido a partir dele (modelo de estruturas dissipativas) ser mais rico do que a descrição em termos de trajetórias. (Novaes, 2010, p. 1306-3)*

Para Novaes (2010), a distribuição de probabilidade constante reflete apenas nossa ignorância, ditada pelas limitações de medida. Esse físico acredita que essa discussão seja algo absolutamente elementar, mas que, ainda assim, a obra prigoginiana consegue confundi-la com uma retórica hiperbólica.

Cabe ressaltar que, anos antes da premiação de Prigogine, o comitê concedeu ao físico Lars Onsager o Prêmio Nobel de Química de 1968 por suas contribuições à termodinâmica de processos irreversíveis em sistemas vivos. Desta forma, a comunidade científica da Física, apesar de não concordar plenamente com as proposições de Prigogine, não parece considerar

essa discussão da irreversibilidade como elementar, como apontou Novaes.

Diversos físicos acreditam que a inclusão da irreversibilidade nas teorias Físicas seja fruto de nossa ignorância. O físico de partículas Gell-Mann (1994), por exemplo, desacredita que o tempo irreversível possa compreender os elementos constituintes da matéria, os organismos vivos, a complexidade biológica e a complexidade cultural do ser humano. Gell-Mann crê que se pudéssemos genuinamente tudo conhecer, seria-nos apresentado um universo totalmente determinado.

Para Michel Paty (1995), filósofo da ciência francês, a flecha do tempo somente faz sentido para o universo termodinâmico, discordando de uma suposta vulgarização da irreversibilidade encabeçada por Prigogine. Paty também acredita que o termo “flecha do tempo” não seja adequado e que deveria ser substituído pela expressão “curso do tempo”. Indo neste mesmo sentido, Ruelle (1993) defende que a flecha do tempo é apenas uma probabilidade aparente (Spire, 2000).

Schöpke (2009) questiona se o futuro realmente possui uma realidade em si e se ele representa uma porta aberta para o desconhecido. Para esta autora, caso o universo verdadeiramente estivesse aberto ao novo, à criatividade, esta propriedade estaria intrinsecamente relacionada às propriedades da matéria e não à realidade do tempo. Segundo Schöpke (2009, p. 271), ainda que Prigogine garantisse que a temporalidade exista e que preceda tudo o que existe, a arguição e o modelo prigoginiano para evidenciar a existência da temporalidade continuariam estreitamente ligados à matéria. Porém esta autora é categórica ao afirmar que o tempo não existe e que o devir é, simplesmente, o movimento da matéria.

Entretanto, já prevendo esse questionamento, Prigogine escreveu que a temporalidade pode converter-se em espaço e também em matéria. “De fato, a vida e a própria existência do universo podem ser concebidas como a inscrição, no espaço e na matéria, da irreversibilidade temporal” (Prigogine, 1986, p. 241).

*[...] a irreversibilidade<sup>35</sup> pode levar à formação de moléculas que não poderiam ter sido sintetizadas em condições próximas do equilíbrio e podem ter um caráter mais permanente. Neste caso, a irreversibilidade inscreve-se na matéria. Simulações em computador mostraram que, de fato, moléculas do tipo “biomoléculas” podiam ser produzidas [...] veremos que a própria matéria é, em certo sentido, o resultado de processos irreversíveis. (Prigogine & Stengers, 1996, p. 163)*

O pensamento-Prigogine discorda totalmente da maioria quase absoluta da comunidade científica que considera irreal a direção temporal que tende ao futuro e que, para isso, trata a flecha do tempo como uma questão fenomenológica, simplesmente como aparência subjetiva (Ibáñez, 2003, p. 109). A perspectiva prigoginiana postula que não só a flecha do tempo exista, como também é uma propriedade fundamental do universo.

Indo em defesa ao pensamento-Prigogine, Capra (2010) explana que a diferenciação entre futuro e passado é parte integral da Física e que os processos irreversíveis são essenciais à Química e à vida. Desta forma, a reconceitualização proposta por Prigogine, entendida como uma fundamentação para a mudança de paradigmas deve ser abordada num contexto mais amplo, não só nos domínios da Física.

Na lógica de Prigogine, “se o mundo é determinado, a temporalidade é uma ilusão”, porém, “se a temporalidade é uma ilusão, a aprendizagem, a nossa história, a nossa vida, também são ilusões” (Spire, 2000, p. 70). Prigogine discorda que nós seres humanos, por sermos seres limitados, somos então os responsáveis pela diferença entre presente, passado e futuro (Carvalho, 2012).

Earley (2012) afirma que não há consenso quanto ao êxito de Prigogine em estabelecer a origem da flecha do tempo como local, mas que, da mesma forma, também não há consenso sobre se a explicação global concorrente (derivando a irreversibilidade da singularidade inicial)

---

<sup>35</sup> Na termodinâmica, a irreversibilidade está associada ao aumento da entropia do sistema ao longo do tempo. A entropia é uma medida da desordem ou aleatoriedade de um sistema, e a segunda lei da termodinâmica estabelece que a entropia total de um sistema isolado tende a aumentar no decorrer de um processo irreversível. Em outras palavras, os processos irreversíveis levam a um aumento líquido da desordem no universo.

No contexto das reações Químicas, a irreversibilidade tem implicações significativas. Muitas reações Químicas ocorrem em condições que não são reversíveis. Isso significa que, uma vez que a reação tenha ocorrido em determinadas condições, não é possível reverter o processo para recuperar exatamente os reagentes iniciais. A irreversibilidade das reações Químicas pode ocorrer de várias maneiras. Por exemplo, reações exotérmicas que liberam calor para o ambiente podem ser irreversíveis porque a energia térmica dispersa no ambiente não pode ser completamente recuperada para reverter o processo. Além disso, algumas reações podem ocorrer com a formação de produtos estáveis que não se decompõem facilmente, tornando a reversão da reação extremamente improvável.

está correta ou não.

É também importante ressaltar que os trabalhos de Prigogine foram desenvolvidos nas décadas de 50 e 60, enquanto que a sua atividade de elaboração de livros de divulgação científica foi bem posterior, um intervalo de cerca de 15 anos (Novaes, 2010; Porush, 1991). Desta forma, é de fato possível que sua obra contenha elementos desatualizados ou mesmo obsoletos, porém isso não invalida a pertinência de seu trabalho, nem a importância do mesmo para o desenvolvimento tanto da termodinâmica quanto das discussões epistemológicas levantadas por Prigogine.

Na verdade, o que parece dificultar o avanço do pensamento Prigogine no meio científico não são os erros encontrados em suas composições – a maioria das grandes teorias, originalmente, também os possui – e sim o desenvolvimento de sua perspectiva significar o abandono das certezas que a Física clássica demorou séculos para construir. A discussão não parece estar permeada somente pelo critério da pertinência e da validade, mas sim por sentimentos conservadores como apego e vaidade.

*Mas, porque os cientistas estão acostumados a usar seus conhecimentos e capacidades tácitas de modo pré ou inconsciente, há a tendência de serem mantidos os velhos moldes e usá-los com os novos contextos, o que conduz a uma mistura de confusão e fragmentação, levando, em alguns casos, à ruptura do próprio diálogo teórico entre visões diferentes. (Carvalho, 2012, p. 76)*

Prigogine sustentava que sua pesquisa tinha grande importância filosófica propriamente dita. Porém, apesar de terem sido recebidas com grande entusiasmo em muitas partes do mundo, as discussões filosóficas levantadas por Prigogine em seus livros publicados para o público em geral também geraram desconforto e até hostilidade de muitos físicos (Earley, 2012).

Novaes (2010) afirma que as elucubrações filosóficas do Pensamento-Prigogine acerca do caos, da irreversibilidade e da flecha do tempo, têm relevância bem menor do que a pretendida pelos campos que aceitam essas discussões de forma ampla e acrítica. Este autor acredita que a proposta de Prigogine possa conquistar apenas a atenção de leigos interessados das áreas de Ciências Sociais, Filosofia e Biologia e está convicto que estas áreas que abraçaram o ideal prigoginiano estejam comprando uma imagem equivocada / enganosa do que realmente seja o determinismo e do que seja o tempo para os físicos.

Ainda segundo Novaes (2010), as discussões filosóficas de Prigogine estão longe de encontrar aceitação unânime entre os especialistas. De fato, nem o próprio Prigogine acreditava que isso acontecesse, uma vez que suas proposições possuíam alto nível de radicalidade frente

ao pensamento corrente clássico. Construir um terreno sólido para que se iniciassem as discussões sobre a realidade do tempo, parece ter sido o principal legado de Prigogine.

Mais que isso, Novaes (2010) ainda afirma que nem é por serem controversas que as ideias de Prigogine perdem seu mérito, mas que, antes disso, a teoria prigoginiana já é ignorada por ser considerada inofensiva. E neste ponto, mais que nos outros, estou em total desacordo com a colocação deste autor. Pois bem, ele tem o direito de achar controversas as proposições do pensamento-Prigogine, mas dizer que essas são ignoradas ou inofensivas é inverídico. O que acontece, na realidade, é que suas discussões são utilizadas como referencial teórico por respeitados autores em diversos segmentos do campo científico (por exemplo, Morin e Capra) e suas arguições, de tão consistentes, impulsionaram a comunidade científica a, no mínimo, recolocar o tempo e a possibilidade de criatividade em evidência.

*[...] entendemos que a contribuição de Prigogine, muito mais do que uma autêntica epistemologia, tem o mérito de mostrar que mesmo em nossos tempos, que a muitos parece transcórrer um período de ciência normal nos moldes kuhnianos, existe espaço para o novo. (Massoni, 2008, p. 2308-7)*

Muitos membros da comunidade científica defendem que a rejeição prigoginiana à ciência clássica não se baseia fielmente em motivos técnicos, mas sim à devoção precoce e duradoura de Prigogine à filosofia de Henri Bergson (Earley, 2012). Porém, acontece que a discussão prigoginiana tem sim pertinência filosófica dentro do próprio meio científico! Por exemplo, a tensão entre as posições de Prigogine e seu compatriota, o físico teórico Bricmont, versavam, em sua quase totalidade, sobre a continuação de um debate perene, basicamente metafísico. O que é bastante coerente, pois, se a busca de Prigogine por uma origem local de irreversibilidade termodinâmica fosse bem-sucedida, isso transformaria também a Cosmologia (Hein, 1972; Earley, 2012).

Que a diferença entre um universo com suas leis Físicas determinísticas e reversíveis e um outro universo com suas leis estocásticas e irreversíveis interessa aos cientistas, filósofos e epistemólogos, isso parece estar claro. Porém alguns estudiosos questionam se esta discussão tenha alguma relação com ética ou com metaFísica e acusam Prigogine de tentar inferir neste mundo irreversível com propósito cósmico, misticidade e/ou espiritualidade.

*Quase sempre é enfatizado que a termodinâmica se preocupa com processos reversíveis e estados de equilíbrio e que não pode ter nada a ver com processos irreversíveis ou sistemas fora de equilíbrio nos quais as mudanças estão progredindo a uma taxa finita. A razão para a importância dos estados de equilíbrio é bastante óbvia quando se reflete que a própria temperatura é definida em termos de estados de equilíbrio. Mas a admissão de impotência geral na presença de processos irreversíveis parece, à reflexão, uma coisa surpreendente. A Física geralmente não adota tal atitude de derrotismo. (Kondepudi et al., 2017)*

No que confere ao entrelaçamento da ciência com a ética, Prigogine, ao apresentar postura epistemológica com teor crítico, não concorda em desvincular os cientistas de sua produção científica. Seguindo este mesmo princípio, Prigogine também não desvincula a natureza do ser humano. Com isso, a questão não é que Prigogine traga elementos de misticidade à sua teoria, mas sim que ele compreende o universo como uma entidade inclinada à criatividade. Adotando esta percepção, o mundo que habitamos torna-se muito mais interessante e complexo<sup>36</sup> (e não mais mágico ou místico) que a abordagem determinística preconiza. Inclusive, Prigogine considerava perniciosa essa leitura do mundo regido por leis reversíveis, pois a aceitação desta implica numa separação radical entre realidade Física fundamental e as preocupações humanas (Earley, 2012).

Ainda que não haja consenso no meio científico, o pensamento-Prigogine teve reconhecimento de vários pesquisadores e intelectuais de diversas áreas do conhecimento. Veremos na seção seguinte como suas colocações possibilitaram a interdisciplinaridade entre diferentes segmentos do campo científico.

## **O IMPACTO PRIGOGINE**

Segundo Prigogine (1967), a maioria expressiva dos fenômenos que ocorrem em nosso cotidiano são processos irreversíveis que se dão fora do estado de equilíbrio. A urgente necessidade de uma extensão dos métodos da ciência clássica, de modo a incluir processos irreversíveis, é amplamente defendida pelo pensamento-Prigogine.

---

<sup>36</sup> Alguns princípios da mereologia - campo de estudo filosófico que se ocupa da teoria das partes e das relações entre partes e todo - podem ser aplicados de forma implícita na análise dos sistemas complexos em Prigogine. Por exemplo, na teoria dos sistemas complexos, os sistemas são frequentemente vistos como compostos por partes interconectadas que interagem entre si e com o ambiente. Essas partes individuais contribuem para as propriedades e comportamentos emergentes do sistema como um todo. Nesse sentido, pode-se dizer que a mereologia desempenha um papel subjacente na compreensão da estrutura e das relações entre as partes que compõem um sistema complexo. Embora a mereologia não seja um conceito central ou explicitamente explorado na teoria de Prigogine, os princípios subjacentes da mereologia podem ser relevantes para a análise dos sistemas complexos e sua estruturação.

No equilíbrio tudo é simples e estável. Porém, a realidade é irregular, barulhenta e imprevisível (Porush, 1991). O mundo real acontece longe do equilíbrio, onde o complexo e o instável certamente estarão presentes (Prigogine & Blattchen, 1998). Um estado de verdadeiro equilíbrio termodinâmico é atingido apenas em condições excepcionais.

Prigogine (1967) exemplifica esses sistemas que não atingem o equilíbrio termodinâmico citando os traçadores radioativos – em que os ácidos nucleicos contidos nas células vivas trocam continuamente matéria com o ambiente – e o fluxo constante de energia que se origina no Sol e nas estrelas - que impede que a atmosfera da Terra (e também a atmosfera das estrelas) atinja um estado de equilíbrio termodinâmico.

Essa abertura de uma estrutura ao fluxo de energia e de matéria caracteriza o que Prigogine chamou de estruturas dissipativas. Capra (2010) afirma que uma estrutura dissipativa pode ser tanto um sistema não vivo – objeto de estudo comumente investigado por Prigogine – como também, um sistema vivo – como as células de Bernad e os relógios químicos. É neste momento que a teoria de Prigogine extrapola drasticamente os limites da Física e da Química e começa a ganhar notoriedade em novos campos.

Para o pensamento-Prigogine, longe de propor uma visão única para outras ciências, o físico descobre, em seu próprio domínio, uma realidade múltipla, que não pode ser dotada de nenhum sentido sem reconhecer, ao mesmo tempo, a diversidade irreduzível dos problemas que as outras ciências devem enfrentar.

Com isso, Prigogine questiona a compreensão dicotômica comumente empregada entre as ciências naturais e as ciências humanas (Almeida, 2004). Prigogine (1991) declara que nenhum modelo de uma área ou disciplina do conhecimento pode ser usado como padrão para outra, de forma *a priori*. E em outra citação, ele nos alerta que “a ciência de hoje não pode mais dar-se ao direito de negar a pertinência e o interesse de outros pontos de vista e, em particular, de recusar compreender os das ciências humanas, da filosofia e da arte” (Prigogine & Stengers, 1997, P. 199).

Quando Prigogine expressou em linguagem não matemática suas proposições e discursou *também* em favor das ciências humanas e da sua importância para uma compreensão integral do mundo em que vivemos, ele acabou estabelecendo diálogos frutíferos com os mais variados campos. Essa abertura do químico teórico que escrevia proposições filosóficas às ciências sociais culminou com a teoria prigoginiana penetrando espaços que pareciam de impossível acesso para uma teoria epistemológica advinda de estudos termodinâmicos.

Prigogine levou esse diálogo ciências humanas/ciências naturais tão a sério que,

implicitamente (ou não!), fez desse caminho uma via de mão dupla. Ele descreveu sistemas físico-químicos que pareciam ser simples de maneira complexa, empregando noções que antes estavam reservadas aos fenômenos biológicos, sociais e culturais, como, por exemplo, as noções de história e de estrutura (Prigogine & Stengers, 1997; Prigogine & Stengers, 1991).

A verdade é que, ao desenvolver seu método para estudar a estabilidade das estruturas dissipativas em meio a perturbações, Prigogine desenvolveu um trabalho com refinada aplicabilidade multidisciplinar, viabilizando investigações nos mais variados segmentos - Biologia, Ecologia, Estudos de Tráfego, AstroFísica, Termodinâmica, Neurologia, Biofísica, Química, Física de Partículas e inclusive nas Ciências Sociais (Porush, 1991). Isto explica a leitura entusiasmada que seus livros de interesse geral atraíram (Earley, 2012).

Ainda que a influência da obra prigoginiana seja enorme em vários segmentos, exemplificarei aqui alguns trabalhos apenas para ilustrar o impacto do pensamento-Prigogine no meio científico. No campo da Ecologia, Fritjot Capra – físico, epistemólogo e divulgador científico mundialmente reconhecido por suas incursões nas Ciências Sociais e na ecologia – afirma abertamente que utilizou o referencial prigoginiano para a elaboração de suas teses, principalmente no que tange a auto-organização dos seres vivos, discutida em seu livro *A teia da vida* (2010).

Indo em outra direção, o sociólogo francês Edgar Morin (1990), um dos principais divulgadores do pensamento complexo, registra em seus livros que sua teoria foi construída tomando como pilares os elaborados por Prigogine. A critério de exemplo, já no campo artístico, Michael Bruce Sterling – importante escritor norte americano e um dos fundadores do movimento cyberpunk em ficção científica – utilizou a obra prigoginiana como inspiração para a escrita de vários dos seus livros.

A partir dessa visão holística, é possível situar a obra prigoginiana como uma importante contribuição para a grande transição intelectual que está em andamento em várias áreas da ciência e da cultura (Earley, 2012). Deste modo, as implicações do pensamento-Prigogine, apesar de imprevisíveis, extrapolaram os limites das ciências naturais e já não podem mais ser negligenciadas nem mesmo pelos que defendem o determinismo clássico. Por fim, ainda que não tenham unanimidade, o impacto e a pertinência das proposições de Prigogine são inegáveis!

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta investigação teórico-bibliográfica e interpretativa, apresentou Ilya Prigogine,

exibindo detalhes da coluna vertebral do seu constructo teórico e fez reflexões acerca da pertinência e da utilização do pensamento-Prigogine. Mais especificamente, este trabalho teve o intuito de priorizar o legado prigoginiano para além da sua inquestionável carreira dentro da físico-Química. Desta maneira, lançamos nossos olhares para a rica, mas muitas vezes esquecida, epistemologia de Prigogine.

Porém, o que tem a ver o pensamento-Prigogine com as ciências sociais? Essa talvez seja a pergunta mais recorrente aos que escolheram utilizar a teoria prigoginiana em trabalhos fora do contexto das ciências exatas. Neste sentido, alertamos nossos leitores que para entender a relação de Prigogine com as ciências ditas humanas, é preciso abandonar a imagem do pesquisador que tem sua pesquisa pertinente apenas para o objeto de estudo físico-químico. Ao contrário disso, é preciso que valorizemos as suas ricas reflexões sobre cultura, política e ética, pois suas reflexões sobre as estruturas dissipativas ultrapassaram os campos da Física e da Química e alcançaram diversas outras áreas de pesquisas.

As ideias prigoginianas, ao visarem para a consolidação de *A Nova Aliança* - responsável pelo entrelaçamento entre cultura científica e cultura humanística - também abarcaram aspectos éticos no trabalho científico e a função política que a ciência tem. Destacamos aqui que Prigogine experimentou a filosofia em seu fazer científico e com ela teve ricos diálogos durante sua carreira acadêmica. Dessa forma, Prigogine, por iniciativa própria, frequentemente enfatizava as implicações filosóficas de seu trabalho. Essas reflexões, no entanto, parecem frequentemente trazer desconforto para considerável parcela da comunidade científica, principalmente de físicos mais tradicionais.

E a razão para tal estranhamento às ideias prigoginianas é que Prigogine, com fundamentação científica, propõe uma reestruturação dos pilares imperiosos da ciência clássica. Alinhamo-nos com Prigogine e também nos questionamos: por que seria essa Física o padrão inquestionável de entendimento da natureza e de todo o universo? A ciência clássica é mesmo o molde universal? Lembrando que Prigogine não invalida a ciência newtoniana, por outro lado, ele acredita que ela é idealizada somente para um conjunto determinado de situações.

Ainda que não seja unânime no campo das ciências exatas a percepção da coerência da obra prigoginiana, esta foi abraçada por diversas outras áreas que viram em suas discussões epistemológicas fundamentação pertinente para aplicação em suas respectivas pesquisas. Os pesquisadores de outras frentes realmente se interessaram pela leitura que Prigogine faz da ciência - leitura esta que considera a ciência moderna como a grande responsável pela reinserção do ser humano ao mundo natural. A defesa de Prigogine é de que pertencemos a esse

mundo!

Esperamos que este trabalho sirva como suporte bibliográfico para pesquisadores que utilizem o referencial prigoginiano em suas pesquisas ou mesmo para instigar que novos investigadores – quer sejam do campo das ciências sociais ou das ciências naturais – conheçam as ideias de Prigogine e se encorajem de utilizá-las em suas investigações. Esperamos também que este trabalho contribua com a divulgação científica da obra de Prigogine, oportunizando uma compreensão epistemológica diferente daquela que daquela que Ernst Mayr chama de *epistemologia fisicalista*, e servindo como instrumento para combater o conservadorismo, que muitas vezes assombra a comunidade científica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. C. A ciência como bifurcação: uma homenagem à Ilya Prigogine. **Revista FAMECOS**, v. 11, n. 23, p. 77–84, abr. 2004.

BACHELARD, G. **Filosofia do Não - Filosofia do novo espírito científico**. 5. ed. [s.l.] Presença, 1991.

BISHOP, R. C. Nonequilibrium statistical mechanics Brussels–Austin style. **Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics**, v. 35, n. 1, p. 1–30, mar. 2004.

BRICMONT, J. Science of chaos or chaos in science? **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 775, n. 1, p. 131–175, jun. 1995.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo (SP): Cultrix, 2010.

CARVALHO, R. F. **Temporalidade e Historicidade em Ilya Prigogine**. Goiânia - GO: Universidade Federal de Goiás - Faculdade de História - Programa de Pós-graduação em História, 2012.

CARVALHO, R. F. **As contribuições do físico-químico Ilya Prigogine para uma nova compreensão da História**. . Em: XXIX SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA - CONTRA OS PRECONCEITOS: HISTÓRIA E DEMOCRACIA. Brasília, 2017. Disponível em: <[https://www.snh2017.anpuh.org/resources/anais/54/1488759492\\_ARQUIVO\\_Acontribuicoesdofisico-quimicoIlyaPrigogineparaumanovacompreensaodaHistoria.pdf](https://www.snh2017.anpuh.org/resources/anais/54/1488759492_ARQUIVO_Acontribuicoesdofisico-quimicoIlyaPrigogineparaumanovacompreensaodaHistoria.pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2020

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89–100, abr. 2003.

COSTA, M.; CUNHA, L.; GHEDIN, E. **As estruturas dissipativas: possíveis contribuições para o ensino de ciências a partir do pensamento de Ilya Prigogine**. . Em: VII ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS. Florianópolis, SC, 2009. Disponível

em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1101.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2020

EARLEY, J. E. Some philosophical influences on Ilya Prigogine's statistical mechanics. **Foundations of Chemistry**, v. 8, n. 3, p. 271–283, 30 nov. 2006.

EARLEY, J. E. Ilya Prigogine (1917-2003). Em: WOODY, A.; HENDRY, R. F.; NEEDHAM, P. (Eds.). **Philosophy of chemistry**. Handbook of the philosophy of science. First edition ed. Amsterdam ; Boston: Elsevier/NH, North Holland is an imprint of Elsevier, 2012. p. 165–175.

FRÓIS, K. P. Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas. **Uma breve história do fim das certezas ou o paradoxo de Janus**, v. 63, p. 1–12, 2004.

GELL-MANN, M. **The Quark and the Jaguar: adventures in the simple and the complex**. New York: Freeman, 1994.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

IBÁÑEZ, E. Historicidad e irreversibilidad en la concepción prigoginiana y agustiniana del tiempo. **Tópicos. Revista de Filosofía de Santa Fe**, n. 11, p. 107–124, 2003.

JAPIASSU, H.; SOUZA FILHO, D. M. DE. **Dicionário básico de filosofia**. Rio de Janeiro: J. Zahar Editor, 1990.

KONDEPUDI, D.; PETROSKY, T.; POJMAN, J. A. Dissipative structures and irreversibility in nature: Celebrating 100th birth anniversary of Ilya Prigogine (1917–2003). **Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science**, v. 27, n. 10, p. 104501, out. 2017.

LEROY, F. (ED.). **A century of Nobel Prizes recipients: chemistry, physics, and medicine**. New York: Marcel Dekker, 2003.

LOMBARDI, O. Prigogine and the many voices of nature. **Foundations of Chemistry**, v. 14, n. 3, p. 205–219, out. 2012.

MASSONI, N. T. **Ilya Prigogine: uma contribuição à filosofia da ciência**. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 30, n. 2, 2308-1-2308-8, 2008.

MARUANI, J. Obituary: Ilya Prigogine (1917-2003): Obituary. **International Journal of Quantum Chemistry**, v. 99, n. 4, p. 183–184, 15 set. 2004.

MARUYAMA, M. Current Anthropology. **Prigogine's Epistemology and Its Implications for the Social Science**, v. 19, n. 2, p. 453–455, 1978.

MILLAR, D. *et al.* **The Cambridge Dictionary of Scientists**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Lisboa: Instituto Piaget, 1990. v. 2. ed

NOVAES, M. Revista Brasileira de Ensino de Física. **Ilya Prigogine: uma visão crítica**, v. 32, n. 1, p. 1306-1-1306-4, 2010.

PATY, M. **A matéria roubada: a apropriação crítica do objeto da física contemporânea**.

São Paulo (SP): EDUSP, 1995.

PORUSH, D. Science Fiction Studies. **Prigogine, Chaos, and Contemporary Science Fiction**, v. 18, n. 3, p. 367–386, 1991.

PRIGOGINE, I. **Introduction to thermodynamics of irreversible processes**. 3. ed ed. New York: Interscience Publ, 1967.

PRIGOGINE, I. Entrevista a Renée Weber. Em: WEBER, R. (Ed.). **Diálogos com sábios e cientistas – a busca da unidade**. São Paulo: Cultrix, 1986. p. 223–242.

PRIGOGINE, I. **Le leggi del caos**. Roma: Laterza, 1993.

PRIGOGINE, I. Parcerias Estratégicas. **A ciência numa era de transição**, v. 2, n. 3, p. 82–85, 1997.

PRIGOGINE, I. **The chaotic universe**. Singapore: World Scientific, 2000.

PRIGOGINE, I. **Do ser ao devir - Coleção Nome de Deuses**. 1. ed. São Paulo: Unesp, 2002a.

PRIGOGINE, I. **As leis do caos**. São Paulo: Unesp, 2002b.

PRIGOGINE, I. **O Nascimento do Tempo**. São Paulo: Edições 70, 2008.

PRIGOGINE, I. **Ciência, Razão e Paixão / Ilya Prigogine**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza**. 2. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

PRIGOGINE, I.; BLATTCHEN, E. **De l'être au devenir**. Bruxelles; Liège: Alice ; RTBF, 1998.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **Entre le temps et l'éternité**. Paris: Fayard, 1988.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **Entre o Tempo e a Eternidade**. 1. ed. Lisboa: Gradiva Publicações, 1990.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A Nova aliança: a metamorfose da ciencia**. Brasília: Universidade de Brasília, 1991.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **La fin des certitudes: temps, chaos et les lois de la nature**. Paris: Editions O. Jacob, 1996.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **The end of certainty: time, chaos, and the new laws of nature**. 1st Free Press ed ed. New York: Free Press, 1997.

RUELLE, D. **O acaso e o Caos [Hasard et chaos]**. Tradução: Manuel Alberto. Lisboa: Relógio d'água, 1993.

SANTOS, M. C. **Ilya Prigogine - estabilidade afastada do equilíbrio e irreversibilidade**

**temporal.** Goiânia - GO: Universidade Federal de Goiás - Programa de Pós-graduação em Filosofia, 2010.

SCHÖPKE, R. **Matéria em Movimento: a Ilusão do Tempo e o Eterno Retorno.** São Paulo: Martins Fontes, 2009.

SCHRÖDINGER, E. **What is life? The physical aspect of the living cell; with, Mind and matter; & Autobiographical sketches.** Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1944.

SPIRE, A. **O Pensamento Prigogine.** 1. ed ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2000.

*Eu só queria te contar  
Que eu fui lá fora  
E vi dois sóis num dia  
E a vida que ardia sem explicação.*

**Segundo Sol - Nando Reis, 1999.**

### APRESENTAÇÃO DO ARTIGO 3

O terceiro artigo – *Os pressupostos teóricos de Ilya Prigogine e a epistemologia crítica - um diálogo de convergências?* – é uma peça fundamental desta tese e sua presença se justifica por diferentes necessidades nesta investigação.

A primeira delas é que o pesquisador que vos escreve, ao buscar coerência epistemológica para sua investigação e sabendo da sua responsabilidade como educador, sentiu a necessidade de analisar como Prigogine se posiciona politicamente em sua obra. Não poderíamos correr o risco de adotar um referencial teórico que contradissesse nossos valores enquanto sujeitos críticos que acreditam no processo de emancipação do ser humano. Esse apontamento ganhou ainda mais força quando percebemos que não havia nenhum trabalho na literatura que encaixasse o pensamento-Prigogine em alguma vertente epistemológica.

Uma vez que esta investigação nitidamente adota uma perspectiva crítica que considera a existência do ser humano no mundo – que mais tarde enunciaremos de pertencimento –, de fato, precisávamos posicionar o pensamento-Prigogine para que pudéssemos, com fundamentação, aplicá-lo no restante da tese. Ter clareza da vertente epistemológica de Prigogine se faz primordial para esta tese, pois, nos artigos seguintes, entrelaçaremos o pensamento-Prigogine com o pertencimento docente e proporemos a análise dos modelos de formação docente propostos por Contreras a partir de uma categoria advinda da obra prigoginiana. Dessa forma, este artigo nasce da necessidade de saber se Prigogine é um autor que traz em sua obra reflexões com vertentes progressistas que propiciem a emancipação do ser humano em seu tempo e espaço.

A partir de um intenso contato com a obra prigoginiana, nossa principal hipótese era que epistemologia prigoginiana se enquadraria como uma Epistemologia Crítica. Dessa forma, com este terceiro artigo pretendemos analisar, comparar e conectar as perspectivas da Epistemologia Crítica com as proposições teóricas de Ilya Prigogine, buscando encontrar entre elas semelhanças ou mesmo diferenças. Existem convergências entre os pressupostos teóricos de Ilya Prigogine e a epistemologia crítica? Em quais aspectos? Com qual intensidade? Ou eles divergem entre si?

Por fim, te convidamos para, junto a nós, a partir da leitura do terceiro artigo, refletir se esse possível entrelaçamento entre Prigogine e a Epistemologia Crítica é forte o suficiente para posicionar, epistemologicamente, Prigogine como um pensador crítico. Boa leitura.

## OS PRESSUPOSTOS TEÓRICOS DE ILYA PRIGOGINE E A EPISTEMOLOGIA CRÍTICA – UM DIÁLOGO DE CONVERGÊNCIAS?<sup>37</sup>

### RESUMO

Ter clareza das raízes epistemológicas dos referenciais teóricos utilizados nas pesquisas científicas é primordial para que essas investigações tenham veracidade. Entretanto, alguns autores, por diversos motivos, não explicitam tais informações em suas obras. Surge então a necessidade de se saber onde Ilya Prigogine - físico-químico e filósofo que refletiu sobre a função do tempo, do conhecimento e das leis fundamentais que governam o universo - está epistemologicamente posicionado. Desta forma, a presente investigação buscou analisar, comparar e conectar as perspectivas da epistemologia crítica, uma das mais importantes vertentes da filosofia contemporânea, com as proposições teóricas de Prigogine, buscando encontrar conexões entre elas. Desta pesquisa exploratória de cunho bibliográfico, emergiram da análise de conteúdo as seguintes categorias: conhecimento, história, natureza, utilização e ciências exatas x humanas. Subsidiados pelas discussões aqui construídas, conseguimos evidenciar que existem intensas convergências entre a epistemologia crítica e a obra de Prigogine. Com isso, confirmamos que o entrelaçamento entre Prigogine e a epistemologia crítica é forte o suficiente para posicioná-lo como epistemólogo com vertente crítica. O arcabouço teórico aqui desenvolvido pode ser utilizado para justificar a utilização das ideias prigoginianas em trabalhos de orientação progressista e também abre espaço para novas pesquisas sobre o posicionamento epistemológico de Prigogine.

**Palavras-chave:** Progressismo, Teoria Crítica, Relações histórico-sociais, Ciência, Natureza.

### *ILYA PRIGOGINE'S THEORETICAL ASSUMPTIONS AND CRITICAL EPISTEMOLOGY - A CONVERGENCE DIALOGUE?*

### ABSTRACT

Having clarity on the epistemological roots of the theoretical frameworks used in scientific research is paramount for these investigations to be true. However, some authors, for various reasons, do not explain the information in their works. The need then arises to know where Ilya Prigogine - physicist-chemist and philosopher who reflected on a function of time, knowledge and the fundamental principles that govern the universe - is epistemologically positioned. In this way, the present research sought to analyze, compare and connect with the perspectives of critical epistemology, one of the most important aspects of contemporary philosophy, with Prigogine's theoretical proposals, seeking to find connections between them. From this exploratory research of bibliographic nature, content analysis emerged as the following categories: knowledge, history, nature, use and exact x human. Supported by the discussions built here, he was able to verify that there are intense convergences between a critical epistemology and a work by Prigogine. With this, we confirm that the intertwining between Prigogine and a critical epistemology is strong or sufficient to position him as an epistemologist

---

<sup>37</sup> Versão estendida do artigo, de mesmo nome, publicado na revista *Educação e Filosofia* e que pode ser acessado pelo seguinte link: <https://doi.org/10.14393/REVEDFIL.v35n74a2021-53769>.

with critical criticism. The theoretical framework developed here can be used to justify the use of Prigoginian ideas in works of progressive orientation and also opens space for new research on Prigogine's epistemological positioning.

**Keywords:** Progressiveness, Critical Theory, Historical-Social Relations, Science, Nature.

*LOS SUPUESTOS TEÓRICOS DE ILYA PRIGOGINE Y LA EPISTEMOLOGÍA CRÍTICA - ¿UN DIÁLOGO DE CONVERGENCIAS?*

**RESUMEN**

Tener claridad sobre las raíces epistemológicas de los marcos teóricos utilizados en la investigación científica es esencial para que estas investigaciones sean veraces. Sin embargo, algunos autores, por diversas razones, no explicitan esta información en sus obras. Surge, entonces, la necesidad de comprender dónde se encuentra Ilya Prigogine, un físico-químico y filósofo que reflexionó sobre la función del tiempo, el conocimiento y las leyes fundamentales que rigen el universo, desde una perspectiva epistemológica. Esta investigación buscó analizar, comparar y conectar las perspectivas de la epistemología crítica, una de las corrientes filosóficas más importantes de la filosofía contemporánea, con las propuestas teóricas de Prigogine, con el objetivo de encontrar conexiones entre ellas. De esta investigación exploratoria de carácter bibliográfico, surgieron las siguientes categorías a partir del análisis de contenido: conocimiento, historia, naturaleza, uso y ciencias exactas vs. ciencias humanas. Apoyados en las discusiones construidas aquí, pudimos constatar que existen convergencias significativas entre la epistemología crítica y la obra de Prigogine. Por lo tanto, confirmamos que la relación entre Prigogine y la epistemología crítica es lo suficientemente sólida como para considerarlo un epistemólogo con una orientación crítica. El marco teórico desarrollado aquí puede utilizarse para justificar la aplicación de las ideas de Prigogine en investigaciones de orientación progresista y también abre espacio para nuevas investigaciones sobre la posición epistemológica de Prigogine.

**Palabras clave:** Progresismo, Teoría Crítica, Relaciones histórico-sociales, Ciencia, Naturaleza.

*LOS SUPUESTOS TEÓRICOS Y LA EPISTEMOLOGÍA CRÍTICA DE ILYA PRIGOGINE: ¿UN DIÁLOGO DE CONVERGENCIA?*

**RESUMEN**

Tener claridad sobre las raíces epistemológicas de los marcos teóricos utilizados en la investigación científica es fundamental para que estas investigaciones sean ciertas. Sin embargo, algunos autores, por diversas razones, no hacen explícita esta información en sus trabajos. Entonces surge la necesidad de saber dónde está posicionado epistemológicamente Ilya Prigogine, físico-químico y filósofo que reflexionó sobre una función del tiempo, el conocimiento y los principios fundamentales que gobiernan el universo. De esta forma, la presente investigación buscó analizar, comparar y conectar con las perspectivas de la epistemología crítica, uno de los aspectos más importantes de la filosofía contemporánea, con las propuestas teóricas de Prigogine, buscando encontrar conexiones entre ellas. En esta investigación exploratoria de naturaleza bibliográfica, surgieron las siguientes categorías del

análisis de contenido: conocimiento, historia, naturaleza, uso y ciencias humanas exactas. Subsidiado por las discusiones construidas aquí, pudo verificar que hay intensas convergencias entre una epistemología crítica y un trabajo de Prigogine. Con eso, confirmamos que el entrelazamiento entre Prigogine y una epistemología crítica es fuerte o suficiente para posicionarlo como un epistemólogo con crítica crítica. El marco teórico desarrollado aquí puede usarse para justificar el uso de ideas de Prigoginian en trabajos de orientación progresiva y también abre espacio para nuevas investigaciones sobre el posicionamiento epistemológico de Prigogine.

**Palabras clave:** *Progresismo, Teoría Crítica, Relaciones históricas, Ciencia, Naturaleza.*

## INTRODUÇÃO

A propriedade intelectual do conhecimento científico tornou-se o principal mecanismo de acumulação de capital. Porém, com pouquíssima frequência, consideram-se as consequências éticas e a deterioração ambiental que o uso indiscriminado da ciência produz. (Elías e Carranza, 2012). Com isso, surge a necessidade de que entendamos como a ciência é inserida no meio social, e é neste contexto que se faz importante a epistemologia.

Zambiasi (2006, p. 152) aponta que “o conhecimento científico é ainda, muitas vezes, apresentado como uma realidade a-histórica e desvinculado da complexidade das implicações que o condicionam”. Neste contexto, a epistemologia empreende dar um novo significado à ideia reduzida, abstrata e impessoal da ciência. Segundo Tesser (1995, p. 92), a epistemologia é “o estudo metódico e reflexivo do saber, de sua organização, de sua formação, de seu desenvolvimento, de seu funcionamento e de seus produtos intelectuais”.

Junto às demais correntes epistemológicas contemporâneas, tem ganhado força uma nova corrente: a epistemologia crítica (Japiassu, 1988, p.137). Com foco na inerente conexão entre política, valores e conhecimento, e fazendo uma profunda problematização do que constitui o legítimo conhecimento científico, a teoria crítica tem sido cada vez mais solicitada no universo das ciências sociais (Fui, Khin e Ying, 2011).

Segundo Japiassu (1988, p.137), a epistemologia crítica se volta para “uma reflexão histórica, feita pelos cientistas, sobre os pressupostos, os resultados, a utilização, o lugar, o alcance, os limites e as significações socioculturais da atividade científica”. Mais especificamente, a teoria crítica concentra seus esforços na investigação de questões como exploração, relações de poder assimétricas, comunicação distorcida e falsa consciência. Desta forma, a teoria crítica tenta compreender como as práticas e instituições são desenvolvidas e legitimadas nas relações de poder e de dominação (Fui, Khin e Ying, 2011).

O dever da epistemologia crítica é uma história ainda em construção, uma vez que ela

envolve um novo posicionamento diante da realidade, uma profunda mudança epistêmica e uma verdadeira revolução do pensamento, objetivando tornar o conhecimento científico um conhecimento comum (Elías e Carranza, 2012).

Tornar possível a emancipação do indivíduo e a minimização, ou até eliminação, da desigualdade e da dominação, são princípios fundamentais da teoria crítica (Fui, Khin e Ying, 2011). Corroborando com esta ideia, Moreira e Silva (1994), ao comentarem a emergência da teoria crítica, relatam que ela tenta contribuir para a eliminação dos aspectos que restringem a liberdade, quer seja ela a individual ou a de qualquer um dos diversos grupos sociais.

Para a teoria crítica, todo conhecimento, por mais desinteressado que possa parecer, deve ser questionável, pois nesta perspectiva o conhecimento é tomado como um produto construído por valores com interferências particulares. Com isso, é preciso considerar que a leitura e a interpretação dos dados empíricos são sempre, em maior ou menor grau, influenciadas pela estruturação teórica e pelos pressupostos ideológicos adotados em algum contexto (Fui, Khin e Ying, 2011).

Elías e Carranza (2012, p. 17) dizem que uma das perguntas que norteiam a epistemologia crítica é “como enfrentar o fim das certezas e a perda das utopias?”; e não há como responder à essa pergunta com maestria sem evocar os conceitos que Ilya Prigogine tanto discute em sua obra.

Ilya Prigogine foi um químico russo que viveu a maior parte da sua vida na Bélgica e que dedicou sua vida à pesquisa com ênfase na interface entre Química, Física e filosofia. Honrado com o Prêmio Nobel de Química de 1977 por suas contribuições à termodinâmica de não-equilíbrio, Prigogine aponta que a ordem pode dar origem à desordem, que o tempo é na realidade irreversível e que existe uma “flecha do tempo” que indica probabilidades e não certezas. Dessa forma, suas reflexões revolucionárias questionam a função do tempo, do conhecimento e das leis fundamentais que governam o universo (Massoni, 2008).

Sobre as escolhas, possibilidades e incertezas, Prigogine diz serem estas as faculdades próprias não só do universo, mas da condição humana (Carvalho e Almeida, 2009). Prigogine acredita que as noções de complexidade, flutuações, bifurcações e criatividade têm relação com o domínio das ciências humanas, mas que elas não podem ser trivialmente transpostas, pois é difícil quantificá-las nas pesquisas sociais como é feito na Física. O que deve ser feito então é uma transferência qualitativa (Prigogine, 1996a).

O trabalho científico de Prigogine faz referência direta com as complexas problemáticas sociais, e apesar de nunca ter se autointitulado filósofo, ele partilhou em suas publicações a

opinião de que sua pesquisa científica tem grande importância filosófica (Earley, 2006). Inclusive, ele tratava as temáticas humanas com bastante cuidado e responsabilidade, sabendo inclusive discernir as limitações de suas colocações para o universo social. Prigogine (2000, p. 4) chega até a fazer a seguinte reflexão: “As moléculas obedecem às *leis*; as decisões humanas dependem das lembranças do passado e das expectativas para o futuro”.

Na perspectiva prigoginiana, verifica-se o que ele intitulava de uma *Nova Aliança*. Ao discutir as bifurcações produzidas pela flecha do tempo, a irreversibilidade das trajetórias e a necessidade de uma ética planetária, Prigogine nos induz a repensar a ligação do ser humano com a natureza, o humanismo e a própria democracia. Ele advoga que o universo está em construção contínua, sendo as mudanças marcadas principalmente pela novidade e pela criatividade (Carvalho e Almeida, 2009).

Apesar de ser um teórico bastante referenciado por suas contribuições à físico-Química e à filosofia, não há investigação que se direcione, especificamente, a explicitar qual é a orientação epistemológica da obra de Prigogine. Uma vez que se faz importante conhecer e entender as raízes epistemológicas dos referenciais teóricos que utilizamos em nossas pesquisas, é preciso saber também de onde Prigogine fala, para que possamos operacionalizar suas teorias com mais propriedade e veracidade.

Este trabalho nasce então da necessidade de saber se Prigogine é um autor que traz em sua obra reflexões com vertentes progressistas que propiciem a emancipação do ser humano em seu tempo e espaço. Almejamos, com esta investigação, analisar, comparar e conectar as perspectivas da Epistemologia Crítica com as proposições teóricas de Ilya Prigogine, buscando encontrar entre elas semelhanças ou mesmo diferenças.

Desta forma, buscamos responder às seguintes perguntas: *Existem convergências entre os pressupostos teóricos de Ilya Prigogine e a Epistemologia Crítica? Em quais aspectos e com qual intensidade eles convergem entre si? Esse possível entrelaçamento é forte o suficiente para posicionar, epistemologicamente, Prigogine como um pensador crítico?*

Deixamos claro que não pretendemos esgotar nenhum dos assuntos aqui tratados, devido à extensão e à complexidade dos mesmos. Ou seja, a intenção deste artigo não é explanar a epistemologia crítica e as ideias prigoginianas em todas os seus aspectos; pretende-se discutir somente os tópicos destes dois eixos que trazem elementos de convergência ou divergência entre si.

Esta é uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa e, no que tange ao procedimento da pesquisa, esta é classificada como bibliográfica (Gil, 2008). Para a análise dos

dados foi utilizada a análise de discurso segundo a metodologia de Bardin (1977).

## O EPISTEMOLÓGICO

O reinado da racionalidade e do positivismo, que transmutou a ciência em instrumento de dominação ao negar a concepção emancipatória da modernidade, hoje não mais se justifica. Desta forma, é preciso superar o discurso totalitário de que a ciência é a detentora de toda e qualquer verdade (Zambiasi, 2006). Segundo Prigogine e Stengers (1991, p. 1), “chegamos hoje a uma situação teórica completamente diferente; a uma descrição que situa o homem no mundo que ele mesmo descreve e que implica a abertura desse mundo”.

Não mais se almeja verdades incontestáveis, e sim aproximações passíveis de correção, modificação ou até de abandono por outras explicações mais plausíveis. Não se trata da deserção da coerência, da observação e da experimentação, trata-se da relativização destes fatores perante a complexidade do real e do pensamento (Zambiasi, 2006). Prigogine e Stengers (1991, p. 14) alertam que “uma ciência desembaraçada de suas ilusões poderia também ser menos dócil”, mas que em contrapartida seria “mais lúcida e mais exigente, quando se tratasse de *racionalidade científica*.”

Utilizando o conhecimento científico como parâmetro para fazer sérios julgamentos, a sociedade apresenta neste uma confiança bastante alicerçada. Zambiasi (2006, p. 168), entretanto, acautela que “a ciência moderna projeta uma luz particular sobre o mundo, mas nada prova que só ela seja capaz de fazer perceber toda estrutura do real”. E é por isso que a epistemologia se mostra tão relevante para este momento em que se questiona *o existir* da ciência.

Em linhas gerais, epistemologia (do grego *episteme* que significa ciência e *logos*, discurso), é a ciência da ciência (Tesser, 1995). Segundo Faria (2015), epistemologia é o estudo científico e filosófico do conhecimento que objetiva os saberes, buscando analisar, organizar e sistematizar os seus condicionamentos, esclarecer seus vínculos e avaliar seus resultados e aplicações.

Desta forma, a epistemologia examina os saberes, levando em consideração que a ciência e a filosofia se constroem e se modificam mutuamente. Cabe ressaltar que com esta perspectiva, abandona-se a patogênese, pois tanto a filosofia quanto a ciência são agora passíveis de crítica externa. Em outras palavras, epistemologia pode ser tomada como o estudo sistemático do conhecimento amparado pela ciência e pela filosofia (Faria, 2015).

Todo conhecimento é embebido de interesses, com isso, a ciência e a técnica há muito tempo se apresentam como instrumentos ideológicos de poder, manipulando e legitimando a sociedade dominante (Tesser, 1995). Prigogine e Stengers (1991, p. 74) corroboram com esta ideia ao dizerem que “a ciência é produto da exigência vital de tirar partido do mundo, e seus conceitos são determinados pela necessidade de fabricar e manipular os objetos, de prever e agir sobre os corpos naturais”. Desta forma, é de interesse para a epistemologia as questões lógicas, semânticas, gnosiológicas, metodológicas, ontológicas, axiológicas, éticas, estéticas e pedagógicas (Tesser, 1995).

A epistemologia também assume que o conhecimento científico é transitório e que sempre possui um pano de fundo ideológico, religioso, econômico, político e histórico. Com isso, o objetivo maior da epistemologia é a ressignificação racional do conhecimento científico, investigado todo o processo gnosiológico da ciência sob a óptica lógica, linguística, sociológica, interdisciplinar, política, filosófica e histórica (Tesser, 1995). A epistemologia não tenta negar a especificidade da ciência, nem a sua dimensão social no desenvolvimento do progresso. Pretende, entretanto, provar que a ciência não é mundo alheio, neutro e desinteressado (Faria, 2015).

A epistemologia exerce não somente o seu papel comum de reflexão, mas insere também neste contexto a crítica, explanando aos cientistas que existem filosofias implícitas em suas ciências (Tesser, 1995). Inclusive, existe uma vertente da epistemologia que se caracteriza justamente por seu alto fator de criticidade. A epistemologia crítica.

## **EPISTEMOLOGIA CRÍTICA**

A epistemologia crítica surgiu da urgência por um pensamento necessariamente crítico que enfrentasse os paradigmas neoliberais dominantes no campo da ciência durante o século XX (Elías e Carranza, 2012). Seu desenvolvimento teórico e analítico deu-se por cientistas sociais inseridos na Escola de Frankfurt, sendo os principais Karl Marx, Friedrich Engels, Antonio Gramsci, Theodor W. Adorno, Walter Benjamin, Michel Foucault e Pierre Bourdieu (Fui, Khin e Ying, 2011; Elías e Carranza, 2012).

Inerentemente, qualquer epistemologia já nasce crítica por interrogar os princípios, as hipóteses e os resultados de todas as ciências (Tesser, 1995). Faria (2015, p. 18) corrobora com esta ideia afirmando que “a epistemologia é, em essência, crítica”. Porém, quando a epistemologia recebe a designação de epistemologia crítica, ela tem esse caráter interrogador

ainda mais acentuado.

Mais especificamente, a epistemologia crítica caracteriza-se como uma tentativa de se compreender a transformação estrutural do homem em seu relacionamento consigo mesmo, com seu mundo simbólico e com o mundo material ao seu redor (Elías e Carranza, 2012). Desta forma, o ponto de chegada pretendido pela teoria crítica é a consolidação de uma sociedade mais justa e democrática, buscando diagnosticar os problemas da sociedade moderna e identificar a natureza de suas mudanças sociais (Layder, 1994).

Segundo Tesser (1995), Elías e Carranza (2012) a epistemologia crítica está alicerçada em vários questionamentos, sendo os principais: como é possível adquirir um conhecimento digno de crédito? Que interesses orientam, dirigem e comandam a ciência? Qual é a verdadeira função que a atividade científica deve desenhar na sociedade? Qual o papel da ciência? Como poderiam ser reformuladas as questões básicas da ciência? A partir de um pensamento crítico, como poderíamos repensar as respostas a todas as questões geradas pela produção de conhecimento? *E como enfrentar o fim das certezas e a perda das utopias?*

No que tange aos pressupostos da epistemologia crítica, estes estão sintetizados no Quadro 1, que foi formulado a partir das discussões de Morrow e Brown (1994) e das colocações de Japiassu (1988) e Bunge (1980).

Quadro 1 – Pressupostos epistemológicos da Epistemologia Crítica

Não existe uma única ciência, pois não é possível que apenas uma ciência constitua o sistema definitivo do saber. O que existem são ciências, um conjunto plural.
O valor da objetividade científica não está atrelada à reprodução fidedigna da realidade, mas sim aos valores dos objetos construídos.
Não é possível que a objetividade científica se isente de fazer escolhas, e nem que esta esteja isenta de erros.
O que se chama de verdade científica é na verdade uma não contradição – convergência entre os modelos e as predições que eles podem autorizar e os fatos realmente pertinentes.
As relações sociais e a análise social sempre têm uma dimensão interpretativa (hermenêutica).
Significado e linguagem (formas de construção da realidade) revelam e ocultam as experiências dos sujeitos.
As estruturas podem ser específicas da espécie ou historicamente constituídas e, às vezes, conscientemente transformadas.
As variáveis das estruturas sociais e culturais não podem ser determinadas pela análise probabilística.
O significado e as estruturas mudam constantemente no espaço e no tempo.

Fonte: Japiassu (1988); Morrow e Brown, (1994) e Bunge (1980). Elaborado pelo autor.

A partir do quadro 1, é possível inferir que “a teoria crítica tenta tomar consciência dos imperativos ideológicos e pressupostos epistemológicos que nortearam a tomada de decisão” (Fui, Khin e Ying, 2011, p. 132). Prasad e Caproni (1997) apoiam esse pensamento, afirmando que a teoria crítica se volta para temas como construção social da realidade, poder e ideologia, fenômenos sociais ou organizacionais e reconhecimento da importância da práxis.

Quanto as principais pautas e posicionamentos da epistemologia crítica, eles estão sumariados no Quadro 2, elaborado também a partir das discussões de Japiassu (1988).

Quadro 2 – Assuntos de interesse e posicionamentos da epistemologia crítica

<b>Assuntos de interesse</b>	<b>Parecer da epistemologia crítica</b>
Soberania das ciências	Que as ciências, hoje em dia, não se impõem mais por si mesmas.
Aceitação dos resultados da ciência	Que os resultados das ciências não poderão mais impor-se de modo evidente e triunfante.
Ciência como a verdade	Que as ciências não poderão mais constituir as verdades das sociedades atuais.
Virtudes da Ciência	Que suas virtudes em nada são evidentes.
Significado da Ciência	Que os pesquisadores precisam se interrogar sobre a significação da ciência que estão fazendo.
Utilização do conhecimento científico	Que eles não poderão mais fazer abstração da maneira como o conjunto da pesquisa científica é institucionalizado, organizado, orientado, financiado e utilizado por terceiros.
Intencionalidade da produção científica	Que o próprio trabalho científico está profundamente afetado pelas novas condições em que ele é realizado na sociedade industrial e tecnicizada.
Responsabilidade do pesquisador	Que os pesquisadores devem se responsabilizar pelas consequências que suas descobertas poderão ter sobre a sociedade.
Consciência do papel da ciência	Cientistas precisam tomar consciência de que a ciência está cada vez mais integrada num processo social, industrial e político.

Fonte: Japiassu (1988, p.137), elaborada pelo autor.

Pelo exposto no quadro 2, fica claro que a epistemologia crítica almeja problematizar o compromisso do cientista. E tais questionamentos surgiram quando a ciência foi considerada como uma entidade inquestionável e o homem da ciência transformou-se numa espécie de mago, detentor potencial de uma chave universal e, portanto, de um saber todo poderoso. (Prigogine e Stengers, 1991; Japiassu, 1988)

Se por muito tempo a ciência percebida como podendo resolver todos os males da sociedade, tal sentimento parece agora ter desaparecido, e alguns pensadores começaram a se

interrogar se a ciência não estaria inserida nesses mesmos males (Japiassu, 1988). Como afirmam Prigogine e Stengers (1991), em cerca de 150 anos, de fonte de inspiração, a ciência se transformou em ameaça. Os autores ainda afirmam que “o homem da ciência, a exemplo do técnico, é a sede de uma vontade de poder disfarçada em apetite de saber; a sua aproximação das coisas é uma violência sistemática” (Prigogine e Stengers, 1991, p. 23)

Logo, a ciência deixa de ser entendida como o conhecimento genuíno e começa ser enxergada como um conhecimento majoritariamente tecnicizado, racionalizado e industrializado. Sendo este o panorama que deu início a uma série de questionamentos sobre as consequências do avançado desenvolvimento científico para a sociedade e o meio ambiente (Japiassu, 1988). Prigogine chama a atenção para o fato de que não somente as ideologias da ciência tradicional estão sendo questionadas, mas também todos os campos de conhecimento, como a economia, as ciências políticas e a sociologia (Prigogine, 2009).

Sendo um argumento recorrente contra a epistemologia crítica, cabe ressaltar que esta não tem a pretensão de se afirmar como supercrítica, rejeitando a especificidade da ciência e adotando-a com uma concepção completamente relativista ou "irracional". O que a epistemologia crítica problematiza, na verdade, não é a inexistência da objetividade da ciência. A questão é que essa objetividade, sem suporte epistemológico, reforça as crenças ingênuas ligadas ao prestígio da ciência, prestígio esse que independe dos contextos da realidade e dos meios do conhecimento. Propõe-se então que a ciência seja deliberada segundo o valor social de seus resultados e consequências (Japiassu, 1988).

Nega-se também que a ciência deva ter a si mesma como fim, podendo prestar contas somente a ela mesma. Os cientistas não devem se limitar à desenfreada e desinteressada busca técnica por um saber cada vez maior e mais universal. É preciso que reflitam seus papéis de profissionais neutros e imparciais, onde não é de suas competências refletir sobre os aspectos relacionados à aplicação final de suas pesquisas (Japiassu, 1988). Prigogine e Stengers (1991, p. 33) corroboram com este posicionamento, alegando ser “difícil negar que fatores sociais e econômicos [...] tenham desempenhado um papel preponderante nas origens da ciência experimental”.

Assim, a epistemologia crítica almeja atestar que a falsa ideia de Ciência-Pura tem como consequência (direta ou indiretamente) a irresponsabilidade social dos cientistas, além de conceder ao Estado e às empresas a utilização da enganosa ideia de apolitismo da pesquisa científica.

## PRIGOGINE, UM EPISTEMOLÓGO?

Segundo Grayling (1996), epistemologia é o ramo da filosofia interessado na investigação da natureza, fontes e validade do conhecimento. E são exatamente estes os pontos filosóficos que Prigogine, tendo a termodinâmica como pano de fundo, discute em toda sua investigação teórica.

E assim como faz a epistemologia, Prigogine também procura estabelecer uma ponte entre a filosofia e a ciência. Para ele, a ciência nos dá uma ideia do universo onde nos encontramos, e a filosofia inicia sua discussão na problematização da posição que o homem ocupa no universo (Prigogine, 1997). Com isso, temos indícios para acreditar que a discussão de Prigogine tenha pertinência epistemológica.

Baseando-nos nas reflexões de Bunge (1980), que elencou premissas necessárias para que uma epistemologia seja considerada expressiva, fizemos uma checagem se Prigogine, de fato, contempla os quesitos necessários para que sua obra seja tomada como um suporte epistemológico útil e relevante. Este levantamento pode ser conferido no Quadro 3, apresentado na sequência.

Para Bunge (1980), a epistemologia deve ter destaque no contexto científico por conseguir contribuir com este contexto de diversas formas. No Quadro 4 estão sumariadas estas contribuições para que possamos contestar se a obra de Prigogine realmente as contempla.

Tomando como base as relações estabelecidas no quadro 3, as contribuições sumariadas no quadro 4 e tendo recorrido sobre o assunto durante todo este trabalho, concluímos que a obra prigoginiana é realmente relevante para o mundo epistêmico, mostrando-se, então, como um aparato que pode – e deve – ser utilizado nas discussões atuais que envolvem a construção e finalidade da ciência.

Quadro 3 – Condições para uma epistemologia ser considerada relevante e as proposições teóricas de Prigogine.

<b>Premissas segundo Bunge (1980), Morrow e Brown (1994), Japiassu (1988)</b>	<b>Proposições teóricas de Prigogine</b>
Referir-se à ciência propriamente dita.	Ainda que o que tema central das investigações de Prigogine seja a termodinâmica, ele a utiliza como pano de fundo para suas proposições filosóficas sobre a ciência como um todo. Caso semelhante ocorre com dois importantes epistemólogos: Fleck (2010), que utilizou a sífilis como suporte para as discussões filosóficas, e Lacey (2010), que fez o mesmo utilizando

<b>Premissas segundo Bunge (1980), Morrow e Brown (1994), Japiassu (1988)</b>	<b>Proposições teóricas de Prigogine</b>
	a temática transgênicos.
Ocupar-se de problemas filosóficos que se apresentam no curso da investigação científica ou na reflexão sobre os problemas, métodos e teorias da ciência.	Prigogine (1991) ocupa-se de repensar os grandes princípios da Física clássica, buscando uma nova relação que se estabelece entre a ordem e a desordem e trazendo a tona a discussão da redução da natureza a leis deterministas e da eliminação da seta do tempo.
Propor soluções claras para tais problemas, soluções consistentes em teorias rigorosas e inteligíveis, adequados à realidade da investigação científica.	Prigogine (1991) propõe como solução um desprendimento dos pressupostos da ciência clássica, acreditando que estes nos impedem de ler o mundo de forma integral, e sugere uma nova forma de conexão entre os homens e a natureza, uma nova aliança. De uma forma geral, Prigogine aposta em uma nova leitura do ser humano, da natureza e de seu entrelaçamento, baseando-se na inserção da probabilidade e da irreversibilidade como pontos iniciais para explicar o mundo.
Ser capaz de distinguir a ciência autêntica da pseudociência.	As discussões de Prigogine (1991) concentram esforços justamente em tentar mostrar que a ciência clássica, ao tentar ser inquestionável, adicionou traços de divindade a si própria. Ele tenta desmistificar essa leitura da ciência, sem pretender que ela não tenha racionalidade.

Referência: Elaborado pelo autor segundo Bunge (1980), Morrow e Brown (1994), Japiassu (1988) e Prigogine (1991).

**Quadro 4 – Contribuições que a epistemologia traz a ciência como um todo.**

Trazer à tona os pressupostos filosóficos (em particular semânticos, gnosiológicos e ontológicos) de planos, métodos, ou resultados de investigações científicas de atualidade.
Elucidar e sistematizar conceitos filosóficos, empregados em diversas ciências.
Ajudar a resolver problemas científico-filosóficos.
Reconstruir teorias científicas de maneira axiomática, pôr a descoberto seus pressupostos filosóficos.
Participar das discussões sobre a natureza e o valor da ciência pura e aplicada, ajudando a esclarecer as ideias a respeito.
Servir de modelo a outros ramos da filosofia, particularmente a ontologia e a ética.
Ser capaz de criticar programas e mesmo resultados errôneos, como conseguir novos enfoques promissores.

Referência: Bunge (1980), Morrow e Brown (1994), Japiassu (1988).

Num contexto mais amplo, a ordem e a desordem, conceitos marcadamente discorridos pela teoria prigoginiana, fazem parte do nosso universo e, portanto, devem fazer parte do

universo epistêmico. E esse é outro elo inegável de aproximação entre Prigogine e a epistemologia. Uma vez que as teorias simplificadoras não mais conseguem explicar o real, é preciso buscar o movimento da razão dialógica, objetivando a reconstrução paradigmática o pensamento complexo.

Sendo justamente o pensamento complexo a especialidade de Prigogine, com a utilização de seus conceitos de fenômenos irreversíveis, estruturas dissipativas, flecha do tempo e o caos, ele pode contribuir substancialmente para resolver uma importante questão epistemológica que é a necessidade de combinar o simples e o complexo em um mesmo universo científico (Zambiasi, 2006).

## **O DISCURSO DE PRIGIGINE E A EPISTEMOLOGIA CRÍTICA**

Entre o estabelecimento das perspectivas que ensaiamos na seção 2 e uma teoria geral da sociedade, há uma grande distância, e assim como Prigogine deixa claro em sua obra, também não temos a intenção de tentar transpô-la. Por outro lado, a base da explicação teórica de Prigogine – a qual afirma que a presença de interações não lineares numa população determina a possibilidade de modos de evolução particulares - é uma verdade para todo nosso universo, seja qual for a população (Prigogine e Stengers, 1991).

Com respeito às ciências humanas, Prigogine, em alguns momentos, declara que ele não é um pesquisador com pertinência para discutir problemas sociais. Ele chega até a afirmar que “excede de longe a competência de um físico descrever a origem e variedade dos valores humanos” (Prigogine, 2005, p. 69).

Ainda assim, Prigogine acreditava que as suas reflexões pudessem ser “aproveitadas” em diversos sistemas complexos distintos dos das ciências da natureza. Prigogine chega, inclusive, a afirmar que suas construções teóricas pudessem ter um sentido também no estudo dos fenômenos sociais e em alguns trechos de sua obra, faz essa relação de forma direta, como pode ser visto no fragmento abaixo.

*[...] é muito frequente a ideia de que foi de grupos restritos, excluídos e às vezes até, perseguidos pelo resto da sociedade, que vieram certas inovações que abalaram essa mesma sociedade: poder inovador de grupos minoritários caracterizados por uma situação marginal em relação aos circuitos dominantes.* (Prigogine e Stengers, 1991, p. 132)

Na perspectiva prigoginiana, assim como todo sistema vivo, os sistemas sociais são naturalmente não-lineares e se encontram longe do equilíbrio – cada ação é, então, tomada como

uma resposta devolutiva que pode ser positiva ou negativa. Com isso, não há dúvidas de que existem, no meio social, a auto-organização e as condições para o aparecimento de estruturas dissipativas (Prigogine, 2005).

Ao apreciar a obra de Prigogine, é comum, em diversos momentos, nos questionarmos se ele está falando somente do comportamento físico de um sistema, ou se suas reflexões se referem diretamente ao comportamento de uma sociedade. Observe, por exemplo, como as suas conclusões sobre nucleação parece tratar se também de uma revolução social diante de um momento de crise.

*O problema da estabilidade em face desse tipo de mutação enuncia-se assim: os novos constituintes introduzidos em quantidade infinitesimal produzem, entre os constituintes do sistema, um novo conjunto de relações de transformação que entram em competição com o modo de funcionamento já estabelecido no seio desse sistema. Se, em relação a essa intrusão, as equações cinéticas do sistema são estáveis, o novo modo de funcionamento não poderá impor-se, e os “inovadores” que o introduziram e se reproduzem graças a ele não sobreviverão; se, pelo contrário, a flutuação é capaz de se impor, se a cinética que produz a multiplicação dos “inovadores” é rápida bastante para que estes, longe de serem destruídos, invadam o conjunto do sistema, atingindo uma concentração macroscópica, todo o sistema adotará um novo modo de funcionamento, e sua atividade será descrita por novas equações cinéticas. (Prigogine e Stengers, 1991, p. 134)*

De um modo geral, as interações descritas por Prigogine parecem ter uma interlocução direta com a forma com que a sociedade se comporta perante as instabilidades. Ele inclusive faz questionamentos dentro de sua teoria que nos leva a relacionar diretamente o comportamento dos sistemas físicos com o dos sistemas sociais.

*[...]que acontecimentos, que inovações ficarão sem consequências, quais os outros que são suscetíveis de afetar o regime global, de determinar irreversivelmente a escolha de uma evolução; quais as zonas de escolha, as zonas de estabilidade? E, na medida em que o tamanho, por exemplo, ou a densidade do sistema pode desempenhar o papel de parâmetro de bifurcação, como é que um crescimento puramente quantitativo pode abrir a possibilidade de escolhas qualitativamente novas? (Prigogine e Stengers, 1991, p. 140)*

Até suas metáforas seguem esse perfil, como em “uma molécula isolada não é nem sólida nem líquida”, nos levando metaforicamente a relacionar a existência de uma única molécula com o que somos nós individualmente e em grupo (Prigogine, 2000).

Muito certamente essa forma de explicar o científico, evocando principalmente a ordem e a desordem, quase como se os objetos tivessem vida, parece ser uma maneira de Prigogine

reafirmar, ainda que inconscientemente, sua escolha epistemológica. Escolha essa que cada vez mais acreditamos ter diversos objetivos em comum com a epistemologia crítica.

Encarando a ciência como uma prática cultural, Prigogine afirma que as problemáticas atuais não são problemáticas apenas científicas, e que os valores em jogo não são todos de ordem científica (Prigogine e Stengers, 1991). Enquanto Einstein acredita que a ciência é o caminho para escapar das frustrações do mundo, Prigogine questiona se realmente ainda seria esse o papel da ciência (Prigogine, 2009).

Indo nesta mesma vertente, Japiassu, (1988) diz que a epistemologia crítica também se interroga se estaria hoje a ciência tentando compensar os sentimentos de impotência, de frustração e de ignorância do homem moderno. Já Giroux e Simon (2002, p. 119), ao debater a essência da epistemologia crítica, corroboram com Prigogine, levantando a mesma questão de maneira mais realista, “Existiria uma forma de ignorância produzida como defesa contra a desesperança?”.

Com pensamento bastante semelhante ao da epistemologia crítica, Prigogine enfatiza que não se pretende que a ciência tenha pertinência de decidir o futuro da liberdade do homem, porém ele tem certeza que “a ideia de uma natureza determinista e estéril, foi, por sua vez parte beneficiária em certas concepções que se construíram em nossa cultura a proposito dessa liberdade” (Prigogine e Stengers, 1991). No ideário prigoginiano, reformular as tradicionais leis microscópicas é o caminho mais seguro para que se desconstrua a imagem contraditória de universo que temos hoje. E é nesta direção que haveria, em um mesmo espaço, lugar para a matéria, para a vida e para o homem (Prigogine, 1996a).

Para Prigogine, é dever de o homem assegurar sua permanência no futuro, ainda que carregue consigo os seus problemas, as suas dores e as suas alegrias (Prigogine, 2000). Indo nesta direção, segundo Prigogine (1997), pensar o incerto é, também, ter consciência da condição humana com seu ambíguo aspecto de liberdade e aflição. Ele afirma que pensar o incerto, também implica em acentuar o irracional e, desta forma, progredir (Prigogine, 1996a). E não há como desvincular Prigogine do compromisso da epistemologia crítica, quando este utiliza com veracidade em seu discurso os termos: dignidade, liberdade e escolha.

*E verdade que pensar o incerto exige mais esforço. É menos confortável. É mais preferível refugiar-se no dogmatismo, religioso ou de outra espécie. O dogmatismo extirpa do homem a dignidade. A dignidade humana reside na liberdade, na possibilidade de escolha e progresso. (Prigogine, 2009, p. 41)*

Prigogine afirma que o compromisso é árduo, mas o ser humano precisa encontrar o

bom senso entre a globalização e a preservação do pluralismo cultural, entre a violência e a política, entre a cultura da guerra e a cultura da razão (Prigogine, 2000). É importante ressaltar que este equilíbrio é um dos pressupostos da teoria crítica, posicionando, mais uma vez, Prigogine dentro do universo crítico.

Sendo um dos maiores propagadores das ciências da complexidade, linha inclusive concordante com a perspectiva da epistemologia crítica, Prigogine não só tem o pensamento concordante com o posicionamento epistemológico crítico, como também pode contribuir efetivamente com essa perspectiva.

Prigogine enxerga as ciências da complexidade como potencialmente capazes de consolidar uma democracia linguística universal. Ainda que o mundo atual seja dominado pela excelência da tecnociência, Prigogine, com sua percepção otimista, acredita na possibilidade de preservação dos benefícios civilizatórios, na extinção dos mimetismos da violência e no fim da acidez das desigualdades (Almeida & Carvalho, 2009).

Ao se direcionar as futuras gerações, Prigogine afirma que seus argumentos têm como objetivo o combate aos sentimentos de resignação ou de impotência. que as ciências da complexidade, ainda que recentes, negam o determinismo e perseveram na criatividade nos mais variados níveis da natureza. Nas palavras do próprio Prigogine, “o mundo está em construção e todos podemos participar dela”, em outras palavras, “o futuro não está dado”. (Prigogine, 2000, p. 5)

Assim como os pensadores críticos mostram pitadas de otimismo, Prigogine também o faz. Em sua concepção, ainda que não ideais, é perceptível a redução do eurocentrismo na produção cultural; uma menor distinção intelectual entre os povos “civilizados” e os “não-civilizados” e a diminuição da distância entre as classes sociais (pelo menos nos países ocidentais). Para Prigogine, a ciência contribuiu e contribui para esta evolução, pois ela une os povos, criando uma linguagem universal (Prigogine, 2000).

Prigogine inclusive advoga a favor da necessidade da criticidade, salientando que a gestão das nossas sociedades depende cada vez mais de um bom uso da ciência e da técnica (Prigogine e Stengers, 1991). Neste sentido, a formulação da ciência proposta por Prigogine ultrapassa o ponto de vista eurocêntrico e oferece uma nova leitura, mais universal e aceitável para as outras culturas, sendo a probabilidade e a irreversibilidade agora atreladas à uma visão menos pessimista não só da natureza, mas também do significado do homem no universo (Prigogine, 2009).

Almeida e Carvalho (2009) afirmam que através das ideias prigoginianas é possível a

prática de um humanismo universal e a consolidação de uma liberdade realmente autônoma, culminando na concretização da democracia planetária.

O constructo teórico de Prigogine pode ser aplicado inclusive neste momento tão delicado e assombroso que estamos vivendo: a pandemia do vírus COVID-19 (popularizado como coronavírus). Neste contexto, a propagação desse vírus pelo mundo parece ser uma flutuação bastante forte. Qual será a bifurcação seguida? O mundo será mesmo depois disso? Esse pensamento é recorrente. Mas o que temos até agora, enquanto escrevo estas palavras, são apenas as incertezas!

## **CONVERGÊNCIAS**

Nesta seção serão discutidos os pontos de convergência entre os pressupostos da epistemologia crítica e a obra de Prigogine. Para isto, realizamos a análise de conteúdo segundo a metodologia de Bardin (1977), de onde revelaram-se as seguintes categorias: *o conhecimento, o histórico, a natureza, a utilização e as exatas versus as humanas*. Todas essas categorias serão dialogadas a seguir.

### *O CONHECIMENTO*

Prigogine (2005) afirma que na ciência clássica as leis da natureza são determinísticas e reversíveis no tempo. Com isso, o passado e futuro passaram a possuir o mesmo significado e foi neste contexto que a ciência começou a ser referida como certeza, como *a verdade*.

Já hoje, vivemos num período de profundo questionamento dos conhecimentos científicos validados pela visão colonial e eurocêntrica. Acontecem crises de paradigmas em todas as áreas, uma verdadeira crise epistêmica que gera incertezas nos mais variados campos (Elías e Carranza, 2012). A epistemologia crítica considera que essa crise epistêmica teve início quando a próprio discurso científico dominante considerou a existência de objetos como independentes do sujeito, tomando o tempo e o espaço como propriedades desconexas da construção social do sujeito (Elías e Carranza, 2012).

Para Prigogine, a ciência explica hoje o mundo como se os fenômenos acontecessem e pudessem ser explicados de forma totalmente precisa, como se o universo fosse um motor que funcionasse de modo ideal (Almeida & Carvalho, 2009).

A teoria crítica justamente questiona esse conhecimento científico tomado como linear, causal, mecanicista e determinista. E ao contrário disso, ela considera os conhecimentos como

patrimônio próprio da humanidade, indicando que estes conhecimentos são reconstruídos e não reproduzidos, que eles devem ser debatidos e não engolidos (Zambiasi, 2006). Deste modo, o método dialético utilizado pela Epistemologia Crítica preconiza que o conhecimento da matéria jamais é definitivo, absoluto ou total (Calvez, 1959).

Ao admitir o conhecimento humano como um constructo histórico-social desenvolvido coletivamente, a epistemologia crítica, ainda que reconheça as diferenças individuais, tem o coletivo como foco da construção do conhecimento. Faria (2015) explica a lógica que leva a epistemologia crítica a tomar esse posicionamento.

*[...] a condição de construção do conhecimento individual pertence, obviamente, ao indivíduo em sua interação com o meio físico (material) e social (das relações entre os sujeitos) e em sua capacidade de construção da lógica abstrata. Sem esta interação não há possibilidade de construção do conhecimento e da lógica. Mas o conhecimento individual pertence ao conhecimento coletivo, não apenas porque é elaborado em uma condição histórica e social, mas igualmente porque o limite dado do conhecimento individual (que pode, é e deve ser ultrapassado) é exatamente o conhecimento coletivamente construído, ainda que parte do mesmo não esteja disponível de forma organizada e sistematizada. (Faria, 2015, p. 23)*

Indo em uma direção mais política, a epistemologia crítica compreende a construção do conhecimento como um processo focado na recuperação das perspectivas históricas levantadas pelos desfavorecidos, por suas demandas no presente e suas expectativas para o futuro (Elías e Carranza, 2012).

Para Prigogine (1991), o conhecimento implica em uma conexão entre passado e futuro, entre o que se conhece e o que se é conhecido, isto é, a realidade do devir é condição indispensável para que essa interlocução ocorra. Desta forma, as leis da natureza assumem uma nova interpretação: não mais versam sobre certezas, mas sim sobre possibilidades, ou seja, admitem o devir e não somente o ser.

A ciência anunciada por Prigogine pretende exhibir o elo entre a ciência do ser e a ciência do devir. Ainda que tecnicamente seja um pesquisador exato, Prigogine externa que mesmo “sem estabelecer limites, prefiro pensar que o universo é um devir, assim como a natureza e o homem” (Prigogine, 1996b, p. 14).

Corroborando com o posicionamento de Prigogine, Japiassu (1988, p. 27), afirma que “nosso conhecimento se apresenta em devir” e que “a tarefa da epistemologia consiste em conhecer este devir e em analisar as etapas de sua estruturação, chegando sempre a um conhecimento provisório, jamais acabado ou definitivo”.

É preciso reanalisar a ideia reduzida e abstrata da ciência. A própria história já nos mostrou que não existe uma ciência abstrata e impessoal, e sim sujeitos que elaboram e implantam determinadas formas de racionalidade (Zambiasi, 2006).

A perspectiva Crítica, diferentemente do que faz a racionalidade iluminista, não erradica a razão, porém manifesta que a racionalidade deve ter a consciência crítica de que ciência e teoria são construídas no enredo de uma história, sendo determinadas pelo social (Zambiasi, 2006).

Indo nesta direção, Prigogine atenta que a razão pode também levar à alienação ou à rejeição do que dá sentido e valor a vida – é necessária a criação de uma nova coerência que incorpore a ciência, mas que não a desprenda dos valores humanos (Prigogine, 2000).

### *O HISTÓRICO*

Zambiasi (2006, p. 151) afirma que ao problematizar a ciência (tomá-la epistemologicamente), ganha relevância a concepção de historicidade e propõe então que “o conhecimento científico seja concebido como um modo de conhecimento muito particular marcado pela historicidade”. Com isso, uma das propostas da epistemologia crítica acaba sendo o restabelecimento e a incorporação dos sujeitos da história.

*Qualquer conhecimento é histórico e só pode ser compreendido na história, através dela, e em relação ao seu processo. A ciência é histórica e, portanto, construída. E essa a concepção que é preciso considerar numa epistemologia crítica, numa visão construtivista de ciência. (Zambiasi, 2006, p. 157)*

Segundo Prigogine, a história é uma sucessão de bifurcações. (Prigogine, 2000), onde as bifurcações são, ao mesmo tempo, indicações de instabilidade e de vitalidade de uma sociedade, e ainda complementa que “as leis da natureza descrevem um mundo que exige ser compreendido num modo histórico e não dedutivo” (Prigogine, 1996b, p. 17).

Quando questionado sobre o que o levou a refletir sobre as questões próprias de um filósofo, Prigogine disse que a história do pensamento sempre o apaixonou e afirmou que sua intenção é a unificação do tempo dos filósofos e dos físicos (Prigogine, 1997). Prigogine ainda argumenta que enquanto alguns tomam essa história como nossa maldição, ele a enxerga como a nossa esperança. Porém ele pondera: “se a história é nossa esperança, a palavra história comporta igualmente partes de incerteza” (Prigogine, 2009, p. 38).

Prigogine, mais uma vez provando que sua teoria tem pertinência social, incluiu as

equações de movimento à percepção histórica que os sujeitos possuem.

*Dado que o caos existente na dinâmica é, na verdade, um fenômeno inesperado (as equações de movimento são determinísticas, enquanto que seus resultados são aleatórios), temos que esperar a instabilidade em sistemas sociais porque as decisões não podem ser associadas a nenhuma regra determinística. Cada decisão implica a lembrança do passado e a antecipação do futuro. (Prigogine, 2005, p. 68)*

Assim como Prigogine, a epistemologia contemporânea também concebe a ciência marcada pela historicidade, pela construção social e pelos mais variados interesses (Zambiasi, 2006). A teoria crítica dá importante atenção ao contexto dos indivíduos investigados; isso porque o cenário econômico, político e social, influenciam diretamente os aspectos analisados pela corrente crítica, apresentados no Quadro 1 (Fui, Khin e Ying, 2011).

Indo nesta direção, Prigogine (1991) defende que o discurso científico e o discurso social, não mais se desvinculem.

*Tal como as ciências da sociedade, as ciências da natureza não poderão mais, agora, esquecer o enraizamento social e histórico que a familiaridade necessária à modelagem teórica de uma situação concreta supõe. Importa, portanto, mais que nunca não fazer desse enraizamento um obstáculo, não concluir da relatividade dos nossos conhecimentos por um relativismo desencantado qualquer. (Prigogine e Stengers, 1991, p. 215)*

Cabe ressaltar que o curso de construção da sociedade humana não é dado de forma linear ou mecânica, ao contrário, essa construção se dá maneira dialética, repleta de contradições, antagonismos e conflitos (Zambiasi, 2006). Neste contexto, Prigogine (2009) afirma que o futuro é incerto porque é aberto e que cabe a nós refletir a melhor maneira de realizar o futuro, a fim de que ele coincida com a ideia que fazemos de progresso.

Na perspectiva da epistemologia crítica, a totalidade não é considerada como o conhecimento total e completo de um objeto, com isso, o caráter específico da contradição não é absoluto e não pode ser compreendido se separado da totalidade (Faria, 2015). Desta forma, Prigogine também se recusa à fragmentação do objeto.

Prigogine afirma que a flecha do tempo se manifesta, ainda que de diferentes formas, em todos os níveis, desde a cosmologia às culturas humanas. A história da cosmologia, a história da natureza, a história da vida, da matéria e das sociedades humanas são histórias que se ligam umas às outras (Prigogine, 2005).

*Na verdade, após várias décadas de trabalho, penso que essa é a mensagem essencial que desejo transmitir. A ciência se orienta hoje por meio de leis que não são nem deterministas nem reversíveis no tempo, nas quais a realidade não é nunca inteiramente dada, mas se encontra em criação e construção. Essa mensagem reitera a realidade da história, a flecha do tempo. (Prigogine, 2009, p. 38)*

Segundo Morin (2000), o entendimento de ordem e desordem (conceitos extraídos da obra prigoginiana) se fixou, trazendo consigo que a história do universo é um formidável empreendimento criativo e destrutivo, que confere organização e também desorganização. Entendendo-a como transitória, a verdade se apresenta como válida porque ela é histórica (Zambiasi, 2006).

## NATUREZA

A principal conjectura da globalidade da história humana é o vínculo dos homens entre si e o dos homens com a natureza, que, através do trabalho, conseguem produzir os meios necessários para garantir a sua sobrevivência (Zambiasi, 2006).

Para Zambiasi (2006, p. 152), “a teoria crítica apresenta o conhecimento como uma construção histórica que serve de mediação na relação direta homem-natureza”. O universo é agora admitido como fragmentado, repleto de heterogeneidades qualitativas e a natureza se apresenta de maneira complexa e múltipla. Não são mais os fenômenos imutáveis que chamam a atenção, mas sim as instabilidades (Zambiasi, 2006). Prigogine corrobora com o exposto afirmando que as leis da natureza não mais se referem a certezas e sim a possibilidades (Prigogine, 2009).

Prigogine acredita que a ciência somente terá uma abertura universal “no momento em que for, finalmente, capaz de um diálogo com a natureza, da qual saberá apreciar os múltiplos encantos, e, com os homens de todas as culturas, cujas questões ela saberá no futuro respeitar” (Prigogine e Stengers, 1991). E assim como Prigogine evoca a natureza para uma nova aliança entre esta e os homens, Moreira e Silva (2002) também evocam a natureza para justificar a necessidade da epistemologia crítica.

*Tratava-se de reconceituar o campo. Enfatizando que a compreensão da natureza é mediatizada pela cultura, o grupo concebia reconceituação como o esforço por desvelar a tensão entre natura e cultura, por descobrir as partes da cultura não guiadas pelas leis da natureza, assim como as partes da natureza que não eram necessariamente obstáculos à ação humana, mas sim produtos do que os homens fizeram e que poderiam, portanto, desfazer. (Moreira e Silva, 2002, p. 15)*

Prigogine (1991) atesta que a ciência moderna foi um sucesso inquestionável no que tange ao avanço tecnológico, mas que seus logros foram catastróficos no tange ao homem e à natureza. E ainda afirma que, tendo negligenciado um diálogo profundo com a natureza, existe um preço a se pagar pela ciência que está sendo praticada. Japiassu (1988), expõe a relação da natureza, ciência, cultura e dominação, indo na mesma direção de Prigogine.

*Em virtude de seu próprio método e de seus conceitos, a ciência projetou um mundo no interior do qual a dominação sobre a natureza converteu-se também em dominação sobre o próprio homem. E na medida em que a transformação da natureza implica na dominação do homem, o a priori da tecnologia não pode deixar de ser "político", uma vez que ela se torna a forma universal da produção material, define uma cultura e projeta, assim, um "mundo" inteiramente diferente. (Japiassu, 1988, p. 153)*

Prigogine assegura que a compreensão da natureza em seu sentido *phisis* nos possibilita compreender a complexidade que as ciências da sociedade trazem. Ele atesta que a partir do momento em que aprendemos o “respeito” que a teoria Física nos impõe para com a natureza, aprendemos igualmente a respeitar as demais abordagens intelectuais, quer sejam as tradicionais quer sejam as criadas pelas outras ciências (Prigogine e Stengers, 1991).

Na perspectiva prigoginiana, assim como para os materialistas dialéticos, concebe-se uma natureza capaz de história. Prigogine inclusive relata em sua obra que suas proposições parecem ter um mesmo posicionamento que as do materialismo histórico dialético, onde, para ambos, compreender a natureza é compreendê-la capaz de produzir os homens e suas sociedades (Prigogine e Stengers, 1991).

Desta forma, Prigogine qualifica a natureza como histórica, capaz de desenvolvimento e de inovação, mas ele também afirma que essa ideia de uma história da natureza já foi discutida há muito tempo por Marx e Engels durante a estruturação da fundamentação materialista. (Prigogine e Stengers, 1991)

## QUANDO UTILIZADA

A ciência é hoje uma das diversas práticas sociais e por isso ela influencia e é influenciada pelas ambiguidades e contradições da sociedade na qual está inserida. Tão relevante é a posição que a ciência ocupa na modernidade que ela acaba se tornando uma das mais influentes atividades humanas, chegando ao ponto de consubstanciar-se como umas das características inerentes à existência do homem moderno (Japiassu, 1988).

Para Prigogine a descrição da atividade científica não pode, sem violência, ser separada do mundo a qual pertence, desta forma, os problemas que marcam uma cultura têm influência sobre o conteúdo e o desenvolvimento das teorias científicas (Prigogine e Stengers, 1991).

Prigogine afirma que o mundo tem sido compreendido como um autômato que se conduz por leis deterministas onde tudo é predeterminado. Nós, seres humanos, nesta perspectiva, somos apenas telespectadores de um filme que já foi produzido (Prigogine, 1996a). Nesta perspectiva, os únicos que tem *spoilers* confiáveis são os cientistas, assumindo então posição de destaque.

Conforme aponta Japiassu (1988), o cientista “é uma espécie de iceberg do saber flutuando sobre o oceano de nossas ignorâncias e incertezas”, assim sendo, com a sua posição privilegiada, cria-se a ideia de que ninguém pode contestar o trabalho do cientista.

Prigogine diz que precisamos de uma ciência que “não seja nem um simples instrumento submetido à prioridades que lhe seriam exteriores, nem um corpo estranho que se desenvolveria no seio de uma sociedade-substrato sem quaisquer contas a prestar” (Prigogine e Stengers, 1991, p. 14). Porém, o que se observa hoje é que tanto o cientista quanto a ciência abandonaram seus roteiros de ficção neutra. E agora estão nitidamente atrelados ou ao sistema de financiamento ou a algum poder político. Desta forma, não se pratica a independência da produção científica, ou seja, não existe a tal propaganda neutralidade científica (Japiassu, 1988).

Prigogine lembra que em um mundo em que existe a informação e a desinformação, para conseguir diferenciá-las é preciso cada vez mais conhecimentos e senso crítico (Prigogine, 2000). Mas que fique claro, o ideário da epistemologia crítica não rejeita a ideia de que a ciência possa ser objetiva, porém ela adverte que a ciência, ao fornecer suas verdades, não é totalmente independente do contexto daqueles que a produzem. Neste sentido, faz-se necessário que os cientistas se apropriem dos objetivos reais de suas pesquisas, de modo que o seu fazer científico considere a sua significação final (Japiassu, 1988).

Ao se desvincular da ciência positiva – que se apresenta como isenta e neutra a qualquer

interesse – e começar a refletir a ciência de forma crítica, o pesquisador conseguirá refletir sobre as conexões que essa ciência, que ele produz, tem com a sociedade. Realizar esta reflexão faria com que a comunidade científica reconsiderasse seus descompromissos tradicionais, logo, preocupando-se com o destino de suas descobertas e invenções. (Japiassu, 1988)

Assim como faz a epistemologia crítica, Prigogine também problematiza a máxima de que a ciência é neutra e nos leva a refletir na impossibilidade de neutralidade total quando a ciência explora a questão de nossa própria existência no interior da natureza. Seguindo o caminho que a ciência tem percorrido, o único sentimento possível em relação ao mundo que nos rodeia é de alienação (Prigogine, 1996b).

Como alega Prigogine, “tornou-se urgente estudar as diversas modalidades de integração das atividades científicas na sociedade, as quais fazem com que ela seja pouco ou muito finalizada, que ela não fique indiferente às necessidades e às exigências coletivas” (Prigogine e Stengers, 1991, p. 13). Em síntese, já não é mais aceitável que o cientista desvincule sua produção da posterior aplicação.

Por outro lado, quando os investigadores adotam a epistemologia crítica, eles adotam um movimento de desconstrução/construção e desarticulação/articulação que almeja a superação do conhecimento usual. Os defensores da epistemologia crítica fomentam o questionamento da existência de uma postura neutra, principalmente quando é exigido um posicionamento comprometido com o sujeito histórico (Elías e Carranza, 2012).

O cientista realmente pratica a epistemologia crítica quando ele orienta seus esforços para destramar o papel que sua atividade científica tem para com o meio sócio-cultural. Assumir essa perspectiva epistemológica faz com que o cientista negue a máxima do "saber desinteressado". Ou seja, o que a epistemologia crítica questiona é se a investigação científica tem a transparência e a objetividade incontestáveis que lhe são atribuídas (Japiassu, 1988).

“Como podemos ficar indiferentes aos problemas que envolvem nossa existência? Como podemos evitar de vê-los simultaneamente com o olhar da razão e o olhar da paixão?” são questões levantadas por Prigogine aos que trabalham diretamente com a ciência (Prigogine, 1994). Por isso não é possível dizer que o cientista não acrescenta à atividade científica algum valor de ordem ideológica. É preciso deixar claro que a epistemologia crítica também não repudia a possibilidade de o cientista ser objetivo, porém faz a ressalva que ao descobrir suas verdades, ele pode abstrair-se somente até certo ponto de subjetividade, de suas paixões e de seus preconceitos (Japiassu, 1988).

*Não somente o cientista não pode conhecer as coisas em si, mas as questões que pode pôr não tem qualquer pertinência para os verdadeiros problemas da humanidade; nem a beleza, nem a liberdade, nem a ética são objetos do conhecimento positivo e, portanto, de ciência: eles pertencem ao mundo numenal, domínio da filosofia, totalmente estranho ao mundo fenomenal. (Prigogine e Stengers, 1991, p. 70)*

Prigogine diz que a sua esperança é de que possamos construir um mundo que apresente menos desigualdades, menos violência e que preserve os benefícios advindos da ciência. Porém ele deixa claro que seu otimismo não está baseado apenas no potencial da ciência, mas sim ao processo de civilização e melhorias na comunicação (Prigogine, 2009).

Apesar de enxergar avanços, Prigogine atesta que estamos muito longe de nosso ideal, uma vez que os benefícios das ciências ainda hoje permanecem elitizados a apenas uma parcela da população (Prigogine, 1996a). O que Prigogine e a epistemologia defendem é que, nas palavras de Tesser (1995, p. 98), “a ciência utilizada sem consciência torna-se a ruína da alma”.

#### *EXATAS X HUMANAS*

Com o advento industrialização em grandes proporções, o fazer científica ressignificou tanto a sua escala quanto a sua natureza; assim a era da ciência acadêmica autônoma e livre, foi aos poucos sendo substituída pela ciência totalmente quantitativa (Japiassu, 1988). Explicita-se, então, a barreira cultural, exibida na segregação entre as ciências humanas e a cultura das ciências. As ciências humanas acabam distanciando-se dos feitos científicos que deveriam ser o combustível de suas interrogações, e a cultura das ciências mostra-se incapaz de refletir sobre as problemáticas sociais (Zambiasi, 2006).

Declaradamente contra esta ideia, uma das bandeiras de Prigogine é a negação da ruptura que é construída entre a cultura científica e a cultura das humanidades. O autor atenta que o pensamento ocidental, junto a sua ideia de um mundo autômato conduzido por Deus, tem caráter nocivo para a compreensão do mundo que realmente existe (Almeida & Carvalho, 2009).

Prigogine afirma que é inegável a busca da ciência pela certeza, mas alertou que durante muito tempo (ou talvez até hoje), também no contexto das ciências sociais, “o progresso deveria se traduzir por uma aplicação das leis científicas à sociedade”. Com isso, as ciências humanas, caso objetivassem alcançar a certeza, deveriam seguir o modelo proposto pela Física (Prigogine, 1996b).

Segundo Prigogine, a visão marcadamente pessimista da existência humana da Física clássica, legitimada por Einstein, foi a grande responsável pelo já tradicional embate entre o conhecimento objetivo e o conhecimento subjetivo (Prigogine, 1996b). Prigogine afirma também que Einstein conseguiu alcançar a vocação maior da Física clássica: validar o conhecimento somente quando ele retira do conceito de mundo tudo que possa ter o menor traço da subjetividade humana (Prigogine, 1994). Porém, Prigogine é categórico ao nos advertir:

*Devemos aprender, não mais julgar a população dos saberes, das práticas, das culturas produzidas pelas sociedades humanas, mas a cruzá-los, a estabelecer entre eles comunicações inéditas que nos coloquem em condições de fazer face às exigências sem precedentes da nossa época.* (Prigogine e Stengers, 1991, p. 225)

É preciso entender que as novas necessidades impuseram novas dinâmicas de organização do trabalho científico e acadêmico; a exigência da leitura dos objetos sob outro ângulo está cada vez mais evidente (Elías e Carranza, 2012). Nas palavras de Prigogine, “a ciência de hoje não pode mais dar-se o direito de negar a pertinência e o interesse de outros pontos de vista e, em particular, de recusar compreender os das ciências humanas, da filosofia e da arte” (Prigogine e Stengers, 1991, p. 41).

A verdade é que a ciência tem sido encarada hoje praticamente como uma religião e a linguagem desta nova religião apresenta-se bastante enigmática e ininteligível, chegando quase a ser um dialeto para o restante da população (Japiassu, 1988). “É anunciada uma realidade “distinta”, uma ciência cheia de mistérios, reservada aos iniciados e que reata com as práticas esotéricas dos alquimistas, taumaturgos e outros mágicos” (Prigogine e Stengers, 1991). Prigogine (2009) mostra que essa visão da ciência sendo quase como um credo para a população também tem raízes na ciência clássica.

*O modelo para as ciências era a Física newtoniana que concebe o mundo numa simetria completa entre o passado e o futuro. Tratava-se de uma visão quase teológica: tal como Deus, não precisávamos distinguir entre passado e futuro e, também como ele, poderíamos atingir certezas.* (Prigogine, 2009, p. 67)

Esta religião, a ciência, toma como válido e verdadeiro apenas o conhecimento cientificamente comprovado - isto é, aquilo que pode ser expresso quantitativamente, podendo ser formalizado ou ser reproduzido em condições de laboratório. O conhecimento que não satisfizer a essas condições deverá ser tomado como falso, irreal ou simplesmente subjetivo

(Japiassu, 1988).

Em outras palavras, o conhecimento que é tomado como verdadeiro é aquele que tem aplicação universal, tendo pertinência para os mais diversos tempos e lugares e para qualquer pessoa, independente do contexto que esta se insere.

Adotar essa perspectiva implica assumir que tudo que não pertence ao mundo das ciências naturais, deve ser desconsiderado como conhecimento verdadeiro, pois só poderia ter status de objeto de conhecimento, aquilo que possibilite sua repetição em condições de verificação experimental e o que é validado de outra maneira, não possui significação cognitiva (Japiassu, 1988).

Segundo Prigogine, o que diferencia os sistemas físicos dos sistemas sociais é a capacidade de tomada de decisão que o ser humano tem, com isso, não há como tratar o humano como exato, o máximo que pode ser feito é uma descrição estatística da evolução social. E o interessante é que agora essa evolução se mostra entrelaçada com as leis básicas da natureza e isso quer dizer que não há mais um oceano de distância entre as ciências exatas e as ciências da sociedade ou como são vulgarmente diferenciadas, entre as ciências das certezas e as ciências possibilidades (Prigogine, 2005).

Nesta esfera, (Prigogine, 1994, p.35) provoca: “Qual o papel do homem? Retirar-se desde mundo, ou participar na construção de um mundo melhor?”. Com isso, Prigogine reflete sobre como a ciência, que se iniciou sobre o signo da afirmação prometeica do poder da razão, acabou tornando-se a própria alienação humana. É neste cenário, questionando qual é verdadeiro papel das ciências, que ganha pertinência a epistemologia crítica para a sociedade (Japiassu, 1988).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta investigação propôs-se a desvelar a orientação epistemológica da obra do filósofo e físico químico Ilya Prigogine, um dos principais representantes das ciências da complexidade. A intenção foi confrontar a obra prigoginiana com a epistemologia crítica, buscando conversões entre elas que permitam que a obra prigoginiana seja utilizada como referencial teórico em trabalhos com vertentes progressistas.

Primeiramente, a obra prigoginiana mostra que tem cunho epistemológico, em seu sentido mais amplo, ao discutir questões como: propósito da ciência, racionalidade científica, positivismo, interesses implícitos no conhecimento científico e relação filosofia-ciências.

No que tange ao viés epistemológico especificamente crítico, a análise de conteúdo revelou que existem sérias convergências entre Prigogine e a Epistemologia Crítica, principalmente ao que concerne as categorias: *conhecimento, história, natureza, utilização e exatas x humanas*.

Sendo os próprios sujeitos quem elaboram e implantam determinadas formas de racionalidade, tanto Prigogine quanto a epistemologia crítica negam o *conhecimento* científico como entidade abstrata e impessoal e concordam que o conhecimento científico deve ocupar-se das possibilidades e não mais das certezas.

*História* é um elemento bastante discutido nas reflexões filosóficas de Prigogine e também da epistemologia crítica e ambos partilham que existe a necessidade do restabelecimento e da incorporação dos sujeitos da história na formulação e execução do plano científico. Tal posicionamento se dá por acreditarem que a ciência seja marcada não somente pela construção social e pelos mais variados interesses, mas principalmente pela historicidade.

A epistemologia crítica e o referencial prigoginiano alegam que a ciência moderna obteve bastante sucesso nas questões tecnológicas, mas que, em contra partida, as consequências desse avanço foram desastrosas para a relação homem-natureza. Concordam entre si também ao dizer que, diferentemente do que faz a ciência clássica, a *natureza* deve ser analisada da maneira como ela realmente é, complexa e múltipla.

Outro ponto de concordância é que a atividade científica não pode, sem graves prejuízos sociais, ser segregada do mundo a qual pertence. O que a epistemologia crítica e Prigogine empreendem é provar que os cientistas devem estar efetivamente conscientes das variadas implicações que seus produtos intelectuais podem trazer, quer sejam boas ou ruins. Buscam, desta forma, conduzir os investigadores para o entendimento de sua responsabilidade social e da impossibilidade de neutralidade total no meio científico.

Outro posicionamento que tanto Prigogine, quanto a Epistemologia Crítica deixam bem claro em suas arguições é que não deve existir predileção, embate e nem limiar de utilização no que se refere às *ciências exatas e às ciências humanas*. Segundo os mesmos, a ciência não pode mais dar-se o direito de negar a pertinência e o interesse de outros pontos de vista, principalmente os das ciências humanas, da filosofia e da arte.

Baseando-nos nas discussões aqui desenvolvidas, percebe-se que os argumentos apresentados por Prigogine são, de fato, muito semelhantes aos que são propostos pela epistemologia crítica. Com isso e por fim, *a nossa conclusão é que o entrelaçamento entre Prigogine e a epistemologia crítica é forte o suficiente para posicioná-lo como epistemólogo*

*com vertente crítica.*

Esta investigação mostra sua pertinência ao construir um arcabouço teórico que pode valer-se para justificar a utilização das ideias prigoginianas, com mais propriedade, em trabalhos de orientação epistemológica progressista. Tratando-se de uma pesquisa exploratória, esta pesquisa também abre espaço para que novas pesquisas sobre o posicionamento epistemológico de Prigogine sejam desenvolvidas.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BUNGE, M. **Epistemologia**. São Paulo: Queroz Editor, 1980.

Calvez, J. Y. (1959). **La pensée de Karl Marx**. Paris: Éditions de Seuil.

CARVALHO, E. A.; ALMEIDA, M. C. (Eds.). **Ciência, Razão e Paixão / Ilya Prigogine**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

CLAESSON, S. (1977). **Presentation speech on awarding the Nobel Prize for Chemistry to Ilya Prigogine**. Translated from the Swedish text, and reported in Nobel Lectures, Chemistry 1971 – 1980, Editor-in-Charge Tore Frangsmyr, Editor Sture Forsén, World Scientific Publishing Co., Singapore, 1993.

EARLEY, J. E. Some philosophical influences on Ilya Prigogine's statistical mechanics. **Foundations of Chemistry**, v. 8, n. 3, p. 271–283, 2006. <https://doi.org/10.1007/s10698-006-9007-9>

ELÍAS, C. G.; Carranza, G. R. Epistemología crítica - Ponencia central del evento. **Itinerário Educativo**, v. 26, n. 59, p. 15–29, 1 jun. 2012. <https://doi.org/10.21500/01212753.1459>

FARIA, J. H. D. Epistemologia crítica do concreto e momentos da pesquisa: uma proposição para os estudos organizacionais. **RAM - Revista de Administração Mackenzie**, v. 16, n. 5, p. 15–40, 2015. <https://doi.org/10.1590/1678-69712015/administracao.v16n5p15-40>

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

FUI, L. Y.; KHIN, E. W. S.; YING, C. W. The Epistemology Assumption of Critical Theory for Social Science Research. **International Journal of Humanities and Social Science**, v. 1, n. 4, p. 6, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GIROUX, H.; SIMON, R. Cultura popular e pedagogia crítica: a vida cotidiana como base para o conhecimento curricular. In: Moreira, A. F. B.; Silva, T. D. (orgs). **Currículo, Cultura e Sociedade**. 7. ed. São Paulo, Cortez, 2002.

GRAYLING, A C. **Epistemology. Bunnin and others** (editors). The Blackwell Companion to Philosophy. Cambridge, Massachusetts: Blackwell Publishers Ltd, 1996.

JAPIASSU, H. **Introdução ao pensamento epistemológico**. 5. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1988.

LACEY, H. **Valores e atividade científica II**. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2010.

LAYDER, D. **Understanding Social Theory**. London: Sage, 1994.

MASSONI, N. T. Ilya Prigogine: uma contribuição à filosofia da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 2308-1-2308-8, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172008000200009>

MOREIRA, A. F. & SILVA, T. T. (Orgs.). Cultura popular e pedagogia crítica: a vida cotidiana com base para o conhecimento curricular. In: **Currículo, cultura e sociedade**. 7ª Ed. São Paulo: Cortez, 2002.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2000.

MORROW, R.; BROWN, D. **Critical Theory and Methodology**. London: Sage, 1994.

PESSANHA, J. A. Filosofia e Modernidade: Racionalidade, Imaginação e ética. **Educação & Realidade**, v. 22, n. 1, p. 20, 1997.

PRASAD, P.; CAPRONI, P. Critical theory in the management classroom: Engaging power, ideology and práxis. **Journal of Management Education**, v. 21, n.3, p. 284-91, 1997. <https://doi.org/10.1177/105256299702100302>

PRIGOGINE, I. **Carta para as futuras gerações**. Folha de São Paulo (edição nacional), Caderno Mais ! p. 4-7. São Paulo: 30 de Janeiro de 2000.

PRIGOGINE, I. **Ciência, razão e paixão**. Tradução: Edgard de Assis Carvalho, Isa Hetzel, Lois Martin Garda e Maurício Macedo. Organização: Edgard de Assis Carvalho, Maria da Conceição de Almeida. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

PRIGOGINE, I. **Eloge de l'irreversible**. Le Nouvel Observateur – Hors. Série “De la genèse au Bog Bang, n. 31, p.48-49, 1997.

PRIGOGINE, I. **La quête de la certitude**. Temps cosmique, histoire humaine, Paris, J. Vrin, p. 9 – 19, 1996b.

PRIGOGINE, I. La Science au servie de la Planète. **Socialisme, Revue de l'Institut Emile Vandervelde**. v. 22, 1996a.

PRIGOGINE, I. Science, Reason and Passion. **Malaysia: Gordon & Breach Science Publishers**, v. 40, p. 35-43, 1994. <https://doi.org/10.1080/02604027.1994.9972415>

PRIGOGINE, I. **The rediscovery of value and the opening of economics**. In K. Dopfer (Ed.), The Evolutionary Foundations of Economics (p. 59-69). Cambridge: Cambridge University Press. (2005). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511492297.002>

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. A. **Nova aliança: a metamorfose da ciencia**. Brasília: Universidade de Brasília, 1991.

TESSER, G. J. Principais linhas epistemológicas contemporâneas. **Educar**, n. 10, p. 91–98, 1995. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.131>

ZAMBIASI, J. L. Problematizando a Epistemologia na construção do conhecimento. **Revista Pedagógica UnoChapacó**, v. 8, n. 14, p. 151–172, 2006.

*“Conhece-te a ti mesmo e conhecerás o universo e os deuses.”*

**Sócrates**

## APRESENTAÇÃO DO ARTIGO 4

*Análises e reflexões sobre a presença do referencial epistemológico prigoginiano nas teses e dissertações da área de Educação em Ciências* é o quarto artigo a compor esta tese. Este artigo é importante porque tivemos com ele o intuito de evidenciar a utilização do referencial prigoginiano nos trabalhos da Educação em Ciências. Também foi neste artigo que experimentamos pela primeira vez o contato direto de Prigogine com a área de Educação em Ciências, sendo oportunizados a visualizar a forma como os outros autores utilizam o referencial prigoginiano em suas respectivas produções intelectuais.

Importante frisar que este artigo se diferencia dos anteriores quanto à técnica de análise de dados, sendo a primeira vez na construção desta tese que utilizamos a análise textual discursiva (ATD). Optamos por esta metodologia, pois percebemos que nossa problemática pedia uma análise mais sofisticada dos dados, indo muito além da simples abordagem sistemática dos mesmos. A pergunta fenomenológica que nos inquietou e que nos direcionou no processo de aplicação da ATD em nosso *corpus* foi “o que é isto que se mostra da utilização do referencial prigoginiano nas pesquisas em Educação em Ciências?”.

Apesar de exaustiva, devido a sua extensão e quantidade de dados a serem analisados, a construção deste artigo foi fulcral para o encontro e delimitação do meu problema de pesquisa. Foi através da análise desses dados, que descobri, por exemplo, que não foi publicada por nenhum programa de pós-graduação de Educação em Ciências do Brasil alguma pesquisa que utilize efetivamente a teoria prigoginiana em sua construção.

Mais que isso, percebemos que, até o presente momento, não há nenhum trabalho de conclusão de curso *stricto sensu* publicado pelos programas de pós-graduação de Educação em Ciências que traga explicitamente Prigogine como seu principal referencial teórico. Essas observações ratificaram nossa intuição de que estamos no caminho certo, tendo a oportunidade de contribuir para o avanço de nossa área não só em nível regional, mas em nível nacional.

Da mesma forma, esperamos que os aportes teóricos aqui apresentados possam evidenciar lacunas que motivem outras pesquisas na área de Educação em Ciências a também utilizarem o referencial prigoginiano em suas respectivas construções. Ensejamos, assim, estar dando modestos passos para o estabelecimento de um novo *corpus* teórico para o contexto da Educação em Ciências.

Sem mais delongas, vamos ao artigo. Boa leitura a nós.

**ANÁLISES E REFLEXÕES SOBRE A PRESENÇA DO REFERENCIAL  
EPISTEMOLÓGICO PRIGOGINIANO NAS TESES E DISSERTAÇÕES DA ÁREA DE  
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS<sup>38</sup>**

**RESUMO**

Nesta investigação – parte constituinte de uma pesquisa doutoral – pretendemos localizar e analisar a utilização do referencial prigoginiano nos trabalhos de Educação em Ciências. Analisamos trabalhos de conclusão de cursos *stricto sensu* (teses e dissertações), que apresentavam o pensamento-Prigogine como objeto de estudo ou como referencial teórico na área da Educação em Ciências. Para tal, a fonte documental escolhida foi o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. O planejamento para análise dos dados resultou em três etapas. Na primeira delas, realizamos a análise documental crônica dos trabalhos que têm a teoria prigoginiana como objeto de estudo. Na segunda etapa de análise dos dados, prosseguimos com a análise documental para o exame dos trabalhos que se enquadravam no campo de Educação em Ciências. A terceira etapa consistiu na aplicação da análise textual discursiva no *corpus* da nossa investigação, resultando em quatro categorias finais, as quais são apresentadas e discutidas por meio de metatextos. Confirmamos que, apesar da sua relevância, o referencial prigoginiano é pouco ou quase nada utilizado no campo de Educação em Ciências. Por outro lado, argumentamos o quão inovador, necessário e desafiador será a construção de trabalhos no campo educacional que tenham Prigogine como referencial teórico. Por fim, concluímos que esta pesquisa é relevante pois sugere o estabelecimento de um novo referencial teórico para o contexto da Educação em Ciências.

**Palavras-chave:** Ilya Prigogine; Ensino de ciências; Epistemologia; Complexidade; Estado do conhecimento.

*ANALYZES AND REFLECTIONS ON THE PRESENCE OF THE PRIGOGINIAN  
EPISTEMOLOGICAL FRAMEWORK IN THESES AND DISSERTATIONS IN THE AREA OF  
SCIENCE EDUCATION*

**ABSTRACT**

In this investigation – part of a doctoral research – we intend to locate and analyze the use of the Prigoginian framework in Science Education works. We analyzed the conclusion works of *stricto sensu* courses (thesis and dissertations), which presented the Prigogine-thought as an object of study or as a theoretical reference in the field of Science Teaching. To this end, the chosen documental source was the CAPES Theses and Dissertations Catalog. The planning for data analysis resulted in three steps. In the first of them, a chronic documental analysis of the works that have the Prigoginian theory as the object of study was carried out. In the second stage of data analysis, we proceeded with the document analysis to examine the works that fit into the field of Science Education. The third stage consisted of applying discursive textual analysis (ATD) in the *corpus* of our investigation, resulting in 4 final categories, which were

---

<sup>38</sup> A primeira parte desta investigação foi apresentada no XVI ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências e será publicada na forma de trabalho completo nos anais deste evento em futuro próximo. A segunda parte desta pesquisa foi publicada na forma de artigo na revista *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências* e pode ser acessado pelo link <https://doi.org/10.1590/1983-21172022240123>.

discussed through metatexts. We confirm that, despite its relevance to this, the Prigoginian framework is little or hardly used in the field of Science Education. On the other hand, we present how innovative, necessary and challenging would be the construction of works in the educational field that have Prigogine as a theoretical reference. Finally, we conclude that this research is relevant as it contributes to the establishment of a new theoretical *corpus* for the context of Science Education.

**Keywords:** Ilya Prigogine; Science Teaching; Epistemology; Complexity; State of knowledge.

*ANÁLISIS Y REFLEXIONES SOBRE LA PRESENCIA DEL MARCO EPISTEMOLÓGICO  
PRIGOGINIANO EN TESIS Y DISERTACIONES EN EL CAMPO DE LA EDUCACIÓN EN  
CIENCIAS*

**RESUMEN**

En esta investigación, parte de una investigación doctoral, pretendemos ubicar y analizar el uso del marco prigoginiano en los trabajos de Educación en Ciencias. Se analizaron trabajos para la conclusión de cursos stricto sensu (tesis y disertaciones) que presentaban el pensamiento prigogineano como objeto de estudio o como referente teórico en el campo de la Enseñanza de las Ciencias. Para ello, la fuente documental escogida fue el Catálogo de Tesis y Disertaciones de la CAPES. La planificación para el análisis de datos resultó en tres etapas. En el primero, se realizó un análisis documental crónico de los trabajos que tienen como objeto de estudio la teoría de Prigogin. En la segunda etapa de análisis de datos, se procedió al análisis documental para examinar los trabajos que se enmarcaban en el campo de la Educación en Ciencias. La tercera etapa consistió en aplicar el análisis textual discursivo al corpus de nuestra investigación, resultando en cuatro categorías finales, las cuales son presentadas y discutidas a través de metatextos. Confirmamos que, a pesar de su relevancia, el marco prigoginiano es poco o casi nada utilizado en el campo de la Educación en Ciencias. Por otro lado, argumentamos cuán innovadora, necesaria y desafiante será la construcción de obras en el campo educativo que tengan a Prigogine como referente teórico. Finalmente, concluimos que esta investigación es relevante ya que contribuye al establecimiento de un nuevo marco teórico para el contexto de la Educación en Ciencias.

**Palabras clave:** Ilya Prigogine; Enseñanza de las ciencias; Epistemología; Complejidad; Estado del conocimiento.

## 1 INTRODUÇÃO

A urgência do aperfeiçoamento da Educação em Ciências na escolarização ou até mesmo a sua introdução, em alguns casos, é tema recorrente inclusive nos países mais desenvolvidos do mundo (Schwartzman & Christophe, 2009). Bizzo (2009, p. 16) acredita na relevância desta tendência e afirma que “ensinar ciências no mundo atual deve constituir uma das prioridades para todas as escolas, que devem investir na edificação de uma população consciente e crítica diante das escolhas e decisões a serem tomadas”. Indo ainda mais além, Lorenzetti & Delizoicov (2001, p. 5) acreditam que “aumentar o nível de entendimento público da ciência é hoje uma necessidade de sobrevivência do homem”.

Nesse sentido, a pesquisa em educação científica, como área de investigação acadêmica, surgiu nos últimos 60 anos e, desde então, passa por um desenvolvimento singular em todo o mundo. Em se tratando especificamente do Brasil, a Educação em Ciências surge por volta dos anos 60, ao serem apresentadas as primeiras pesquisas na área na área (Nardi & Almeida, 2011). Por outro lado, sua delimitação enquanto área própria ocorre apenas no ano 2000, quando ela se separa da área de Educação (Ramos & Silva, 2014). E apesar das controvérsias, foi no ano de 2011 que a área de Educação em Ciências sofreu uma reestruturação e começou a integrar uma grande área chamada *Ensino* (Nardi & Almeida, 2011; Ramos & Silva, 2014).

Por outro lado, enquanto comunidade científica, percebemos que o campo de Educação em Ciências ainda traça sua trajetória para a sua institucionalização como área de pesquisa. Nesse sentido, a Filosofia da Ciência desempenha um importante papel nessa jornada de consolidação da área de Educação em Ciências (Villani *et al.*, 2010). Villani *et al.* (2010) relatam em sua pesquisa que os primeiros pesquisadores em Educação em Ciências atribuíram seus avanços na área ao contato com destacados pesquisadores e professores envolvidos com a Filosofia da Ciência.

É nesse contexto de consciência da importância da Epistemologia para o fortalecimento do campo de Educação em Ciências que notamos a necessidade de diferentes referenciais filosóficos, que pensem a Ciência por um prisma diferente daquele que nos tem sido apresentado nos últimos anos. E foi assim que emergiu, para nós, o constructo teórico de Ilya Prigogine - cientista russo que dedicou a sua vida à pesquisa com ênfase na interface entre Filosofia, Química e Física.

Ilya Prigogine (1917-2003) se tornou um dos pioneiros da termodinâmica dos processos irreversíveis em um período em que a termodinâmica clássica enxergava com muita suspeita os fenômenos dissipativos e os conceitos que envolviam a variação do tempo. Contudo, Prigogine, convencido da centralidade dos processos irreversíveis na natureza e da realidade da flecha do tempo<sup>39</sup>, foi obrigado a enfrentar o conservadorismo da Física (Kondepudi *et al.*, 2017). Ele não se conformava que a ciência de sua época concebesse o universo como uma automação, seguindo leis causais determinísticas, enquanto observamos que os fenômenos que

---

<sup>39</sup> Flecha do tempo é um termo cunhado pelo astrofísico britânico Arthur Eddington (1882-1944) e que representa a unidirecionalidade temporal. Desse modo, a ciência newtoniana concebe os processos dinâmicos como reversíveis e suas equações resultam em movimentos plausíveis, independentes (ou independentemente) da inversão do tempo (Massoni, 2008). Indo em direção oposta, para Prigogine, é evidente que todas as entidades, vivas ou não, carregam em si a marca da flecha do tempo (Porush, 1991). Sem a flecha do tempo, não haveria mais um momento privilegiado conhecido como presente, que segue de um passado determinado e precede a um futuro indeterminado.

experimentamos são espontâneos e marcados pela irreversibilidade<sup>40</sup> (Prigogine, 1984, p. 311).

O auge de uma longa lista de prêmios e títulos honoríficos de Prigogine foi o Prêmio Nobel de Química de 1977, recebido por suas contribuições à termodinâmica do não-equilíbrio, mais precisamente, pela elaboração da teoria das estruturas dissipativas<sup>41</sup> (Kondepudi *et al.*, 2017).

Prigogine apontou que a ordem dá origem à desordem em sistemas deixados ao acaso, que a desordem pode dar origem à ordem em sistemas de caos, que o tempo é, na realidade, irreversível e que existe uma “flecha do tempo” que indica probabilidades e não certezas. Dessa forma, suas reflexões revolucionárias sobre as estruturas dissipativas questionam a função do tempo, do conhecimento e das leis fundamentais que governam o universo (Massoni, 2008).

O surpreendente é que o estudo das estruturas dissipativas ainda é um assunto muito ativo que está avançando em novas áreas, e que começam a ser utilizadas para descrever não apenas fenômenos físicos, mas também fenômenos químicos e biológicos, chegando também a descrever fenômenos do interesse das ciências sociais (Maruani, 2004). Desta forma, Prigogine também dedicou sua jornada acadêmica à compreensão das incidências epistemológicas do desenvolvimento dos paradigmas científicos (Gilstrap, 2007).

O seu interesse em campos múltiplos é uma das razões para a produção científica de Prigogine ser bastante ampla: desde tópicos muito técnicos e teóricos a discussões sobre filosofia da natureza, história da ciência e políticas da ciência em geral. Prigogine escreveu importantes livros para o público em geral com conteúdo filosófico, dentre os quais *La Nouvelle Alliance* (Prigogine & Stengers, 1983), *From Being to Becoming* (Prigogine, 1980), *Entre le temps et l'éternité* (Prigogine & Stengers, 1988) e seu último trabalho, *La Fin des Certitudes*

---

<sup>40</sup> Indo em direção oposta e sendo provavelmente o principal nome nos estudos dos sistemas longe do equilíbrio, Prigogine acredita que os processos irreversíveis é que devem ter destaque no mundo científico, pois estes estão presentes na maioria quase absoluta dos fenômenos naturais. Com isso, Prigogine se nega a aceitar que a irreversibilidade esteja ligada à simples escolha das variáveis usadas na descrição dos sistemas ou à ignorância humana. O pensamento-Prigogine sustenta que a fonte da irreversibilidade é a própria dinâmica das interações envolvidas em processos específicos (Earley, 2012).

<sup>41</sup> Prigogine desenvolveu um modelo matemático para os sistemas de não equilíbrio e foi capaz de mostrar, em termos gerais, como eles são criados e sustentados (Millar *et al.*, 2002). Prigogine nomeou seu modelo de estruturas dissipativas que se tratava de sistemas (físicos ou químicos) que, quando longe do equilíbrio, conseguem se auto-organizar em um nível mais alto de complexidade e, dessa forma, desenvolver ordem a partir do caos - sair de uma bifurcação de caos aparente para a ordem (Porush, 1991).

Esses sistemas foram nomeados estruturas dissipativas por Prigogine porque eliminam (dissipam) os produtos de suas instabilidades para conseguir sobreviver às trocas de energia com o universo entrópico (Porush, 1991). Enquanto para a termodinâmica clássica, a dissipação de energia está associada ao desperdício, as estruturas dissipativas introduzem uma mudança radical ao postular que, em sistemas abertos, a dissipação converte-se em fonte de ordem (Capra, 2010).

(Prigogine & Stengers, 1996), foram bestsellers em todo o mundo<sup>42</sup>.

Em suas discussões filosóficas, ao abordar as bifurcações<sup>43</sup> produzidas pela flecha do tempo, a irreversibilidade das trajetórias e a necessidade de uma ética planetária, Prigogine nos convida a repensar a ligação do ser humano com a natureza, o humanismo e a própria democracia (Carvalho & Almeida, 2009). Ele advoga que o universo está em construção contínua, sendo as mudanças marcadas principalmente pela novidade e pela criatividade (Carvalho & Almeida, 2009).

A pesquisa de Prigogine, por trazer várias implicações empolgantes para a compreensão do mundo ao nosso redor e por propor um novo foco para a interpretação dos eventos que experimentamos (Gilstrap, 2007), constituiu-se como objeto de estudo desta investigação.

Neste trabalho, que é parte de uma pesquisa mais abrangente de tese de doutorado, pretendemos localizar e analisar a utilização do referencial prigoginiano nos trabalhos de conclusão de curso *stricto sensu* de Educação em Ciências. A nossa intenção é que, ao entender como tem sido construída a produção de trabalhos que se utilizaram o pensamento-Prigogine como referencial teórico no campo de Educação em Ciências, possamos apresentar um mapeamento do nível de utilização desse aportes teórico e evidencie eventuais lacunas que possam motivar outras pesquisas nessa área.

Pretendemos expor o quão inovador, necessário e desafiador será a construção de trabalhos no campo educacional que tenham Prigogine como referencial teórico. Desta forma, passamos a apresentar a relevância desta pesquisa que pretende contribuir para o estabelecimento de um novo referencial teórico-epistemológico para o contexto da Educação em Ciências.

## 2 METODOLOGIA

Esta pesquisa se qualifica como uma revisão sistemática da literatura uma vez que ao

---

<sup>42</sup> Para fins de consulta, evidenciamos que todos estes livros foram publicados em língua portuguesa e estão disponíveis com os seguintes títulos: *A Nova Aliança*, *Entre o tempo e a eternidade*, *Do ser ao devir* e *O fim das certezas*.

<sup>43</sup> Bifurcação é outro conceito frequentemente atribuído a Prigogine e se refere ao ponto crítico por meio do qual um novo estado se torna possível na natureza (Prigogine & Stengers, 1991, p. 122). Ibáñez (2003, p. 119) explica que “os pontos de bifurcação são zonas altamente instáveis, muito sensíveis a qualquer mínima alteração ou modificação de seu ambiente”. Diante de uma bifurcação, o sistema possui várias possibilidades e escolhe uma delas. Caso o experimento seja repetido, ele poderá escolher outro caminho. A escolha deste caminho está associada à probabilidade. Em outras palavras, e como Prigogine gosta de ressaltar, o futuro não é dado (Prigogine, 2000a).

buscarmos entender e darmos alguma logicidade a um grande *corpus* documental, apresentamos de forma explícita as bases de dados bibliográficos, as estratégias de busca empregadas em cada base, o processo de seleção de trabalhos, assim como os critérios de inclusão e exclusão dos mesmos (Galvão & Ricarte, 2019).

Partimos do pressuposto de que apenas comporiam o *corpus* desta investigação os trabalhos que fossem, de alguma forma, avaliados e qualificados pela comunidade científica. Assim, optamos por analisar trabalhos de conclusão de cursos *stricto sensu*, mais especificamente teses de doutorado e dissertações de mestrado.

Escolhemos trabalhar com teses e dissertações primeiramente, por serem considerados importantes documentos de pesquisa e por desenvolverem profundamente os aspectos teóricos de seus referenciais teórico-epistemológicos. Além do mais, “as teses e dissertações formam um tipo de acervo valioso para as universidades, pois refletem a dedicação dos mestres e doutores em estudos aprofundados sobre temas específicos, sob a orientação de docentes com ampla experiência em pesquisa nas várias áreas do conhecimento” (Brumatti, 2015, p. 66).

A base de dados bibliográficos escolhida como fonte documental foi o Catálogo de Teses e Dissertações da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) - um sistema de busca bibliográfica que reúne e disponibiliza a versão digital de teses e dissertações produzidas pelos programas de doutorado e mestrado reconhecidos do Brasil. Não houve a necessidade de utilizarmos outra base de dados além da mencionada, pois o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, por ser o local para depósito obrigatório, deve conter todas as teses e dissertações brasileiras, sem exceção.

Apesar da plataforma apresentar o texto completo apenas de trabalhos que foram depositados a partir de 2010, ela exhibe as informações de trabalhos que foram realizados em anos anteriores, possibilitando a busca destes documentos em bibliotecas virtuais das universidades nas quais os trabalhos foram defendidos. Cabe destacar que o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES faz a busca considerando o nome dos autores, o título da tese ou dissertação, o corpo do resumo e as palavras-chave.

Por previamente acreditarmos que não existiria uma quantidade exacerbada de trabalhos com as características pretendidas, em toda esta investigação, utilizamos *Prigogine* como o único descritor para busca. Pelo mesmo motivo, também não estabelecemos nenhum intervalo temporal para esta investigação. A utilização desse parâmetro tão abrangente teve como pretensão fazer uma análise mais profunda da utilização do referencial prigoginiano no campo da Educação em Ciências, buscando aproximar este estudo de um verdadeiro estado do

conhecimento.

Após a aplicação do descritor *Prigogine*, analisamos todos os trabalhos resultantes da busca e então selecionamos para o *corpus* desta investigação os trabalhos de conclusão de curso *stricto sensu* (teses e dissertações) que, independentemente da área, apresentavam a teoria prigoginiana como objeto de estudo, e todos os demais trabalhos que, pela nossa leitura, pudessem ser enquadrados como pertencentes ao campo da Educação em Ciências. Dessa forma, os critérios de inclusão para a composição do *corpus* desta investigação foram: (1) o trabalho corresponder ao descritor Prigogine e (2) o trabalho ter a obra prigoginiana como o objeto de estudo, ou (3) o trabalho ser enquadrado como pertencente ao campo de Educação em Ciências e vislumbrar o uso da visão de Prigogine como referencial.

Uma vez determinado o *corpus* desta investigação, decidimos examinar todo o corpo dos trabalhos e não apenas os seus resumos. Essa escolha foi feita seguindo a intenção de, além de investigar o contexto geral dos trabalhos, captar pontualmente os momentos em que o *pensamento-Prigogine* é utilizado para a construção das pesquisas.

Assim, o planejamento para análise dos dados resultou em três etapas. Na primeira delas, realizamos a análise documental crônica (Rosa, 2015) dos trabalhos que têm a teoria prigoginiana como objeto de estudo. Decidimos pela análise documental do tipo crônica para este conjunto de dados pois, segundo Rosa (2015, p. 56) neste tipo de análise “descrevemos o que cada um dos trabalhos analisados produziu: qual pergunta respondeu, qual metodologia usou, quais resultados obteve e assim por diante”.

Na segunda etapa de análise dos dados, prosseguimos com a análise documental para o exame dos trabalhos que se enquadravam no campo de Educação em Ciências. Porém, para o segundo conjunto de dados, decidimos pela análise documental do tipo sintética (Rosa, 2015) já que nosso objetivo foi construir uma visão geral sobre o campo de estudo. Corroborando com nossa escolha, temos em Rosa (2015, p. 56) que na análise documental sintética “procuramos sintetizar resultados semelhantes obtidos em diferentes trabalhos, apontando similaridades e divergências entre eles.”

Ao percebermos que nossa problemática ultrapassaria a abordagem sistemática dos dados obtidos, decidimos, aplicar um segundo método de análise dados ao segundo grupo de dados. Desta forma, aplicamos a Análise Textual Discursiva (ATD), segundo Moraes & Galiuzzi (2007), ao conjunto de trabalhos que se enquadraram no campo de Educação em Ciências.

*[...] a análise textual discursiva é um mergulho em processos discursivos, visando a atingir compreensões reconstruídas dos discursos, conduzindo a uma comunicação do aprendido e desta forma assumindo-se o pesquisador como sujeito histórico, capaz de participar na interpretação e na constituição de novos discursos. (Moraes & Galiazzi, 2007, p. 111)*

A opção pela ATD se deu pelo fato de, assim como Sousa & Galiazzi, (2017, p. 515), também acreditarmos que “a partir desta escuta fenomenológica das palavras que nos constituem, os caminhos investigativos hermenêuticos mostram necessidades emergentes de compreensão”. Corroboramos ainda para a escolha da ATD o fato de sua aplicação estar substancialmente presente como método de análise de dados em teses e dissertações, principalmente no campo de Educação em Ciências (Sousa & Galiazzi, 2018).

Além disso, tivemos o cuidado epistemológico de escolher, para esta seção, um referencial metodológico que dialogasse com o nosso referencial teórico. Nesse sentido, visualizamos que tanto a obra prigoginiana quanto a ATD possuem olhares humanistas, enquanto consideram a interpretação e a existência do pesquisador que observa os fenômenos. Dando ainda mais credibilidade para este diálogo, tanto Prigogine quanto a ATD convergem quanto ao fim das certezas, sendo este um dos principais argumentos do pensamento complexo prigoginiano. Desse modo, nas próprias palavras de Moraes & Galiazzi (2006, p. 119), a ATD “constitui jornada complexa em que certezas se transformam em dúvidas, muitos caminhos se desviam e novos horizontes vão se configurando e tornando-se realidade”.

A pergunta fenomenológica que nos inquietou e que nos direcionou no processo de aplicação da ATD em nosso *corpus* foi “o que é isto que se mostra da utilização do referencial prigoginiano nas pesquisas em Educação em Ciências?”.

Quanto aos aspectos procedimentais, seguimos as etapas sugeridas por Sousa & Galiazzi (2018):

*Em termos procedimentais, a ATD orienta a organização da análise em desmontagem dos textos, estabelecimento de relações e captando o novo emergente. Busca-se, com a ATD, o aprofundamento do pesquisador sobre o processo desconstrutivo chamado de unitarização, processo recursivo de mergulho nos sentidos atribuídos aos textos em análise. Das unidades de significado, encaminha-se para o processo de organização de unidades com a elaboração de categorias iniciais, que, aproximadas, possibilitam a elaboração de categorias intermediárias e, em um novo esforço perceptivo, emergem no horizonte de compreensão do pesquisador categorias finais acerca do fenômeno. A categorização se apresenta como processo de aprendizagem e comunicação de novos entendimentos em um movimento de síntese e construção de sistemas de categorias com as novas aprendizagens e compreensões que originam um metatexto. (Sousa & Galiazzi, 2018, p. 800)*

Realizamos a análise com o apoio do software *Atlas.ti* e, no decorrer dos metatextos, codificamos as unidades de sentido utilizando o padrão *[TX]:Y*. *[TX]* se refere à localização da unidade de sentido, em que *T* representa qualquer trabalho que pertença ao nosso *corpus* de investigação e *Y*, à numeração do trabalho em nossos registros. *Z* indica a ocorrência numérica da unidade de significado dentro do trabalho do qual foi extraída. Decidimos indicar somente as unidades essenciais para a compreensão dos fenômenos em análise, em decorrência da adequação e da extensão do texto. As categorias às quais chegamos e os metatextos que produzimos a partir desta categorização estão expostos em seção posterior (seção 3.4).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 SELEÇÃO DO CORPUS DA INVESTIGAÇÃO

Ao aplicarmos o descritor *Prigogine* na busca do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES encontramos 85 trabalhos (49 dissertações e 36 teses). Esclarecemos aqui que nenhuma dessas 85 pesquisas encontradas estavam enquadradas como Ensino em nenhuma das categorias disponibilizadas pelo Catálogo de Teses e Dissertações da Capes - área de conhecimento, área de avaliação, área de concentração e nome do programa.

É válido tomarmos nota que a trajetória histórica do campo Educação em Ciências tem duas particularidades que precisam ser consideradas. A primeira delas é que a Educação em Ciências surgiu como bifurcação da área de Educação na Capes, e a segunda é que o campo da Educação em Ciências ainda não está totalmente consolidado no Brasil (Ramos & Silva, 2014).

*Na área de avaliação “Educação”, o “Ensino de Ciências e Matemática” surge enquanto anomalia, já que esta toma corpus próprio, originado de discussões da comunidade de pesquisadores procedentes das áreas de didática e metodologia de ensino das Ciências Exatas e Naturais. [...]. Por isso, ocorreu uma ruptura, emergindo a necessidade de uma nova área. Surge então a área de “Ensino de Ciências e Matemática” enquanto pré-ciência, constituindo-se como paradigma próprio, na direção de uma Revolução Científica, uma vez que ainda não está totalmente consolidada. (Ramos & Silva, 2014, p. 366)*

Dessa forma, não é incomum que alguns programas de pós-graduação não tenham segregado totalmente o campo da Educação do campo específico de Educação em Ciências. O resultado disso é que alguns programas de pós-graduação em Educação produziram e continuam produzindo trabalhos com as temáticas da Educação em Ciências.

Por outro lado, não é intuito desta pesquisa *etiquetar* se os trabalhos pertencem burocraticamente à Educação, e quais pertencem à Educação em Ciências, mas perceber onde a obra de Prigogine tem sido utilizada no que se entende como Educação em Ciências. Dado esse cenário, podemos dizer que é feita uma extrapolação da utilização da teoria prigoginiana na área da Educação para a área da Educação em Ciências.

Com isso, não encontrar nenhum trabalho enquadrado na categoria Ensino, para o contexto dos trabalhos de conclusão de curso *stricto sensu*, não foi fator impeditivo para a composição do *corpus* desta investigação.

Por meio da leitura de todos os 85 resumos, selecionamos para compor o *corpus* desta investigação os trabalhos que, independentemente da área, traziam Prigogine como objeto de estudo (5 trabalhos) e os trabalhos que, ao nosso entender, tratavam das questões pertinentes ao campo de Educação em Ciências (24 trabalhos) e descartamos as investigações (56 trabalhos) que não se enquadraram na proposta desta investigação. Infelizmente, dos 24 trabalhos que tratavam das questões da Educação em Ciências, somente obtivemos acesso a 16 deles. Nas próximas subseções, enfim, apresentaremos os resultados das análises de dados feitas desses dois conjuntos de trabalhos.

### 3.2 ANÁLISE DOCUMENTAL CRÔNICA: PRIGOGINE COMO OBJETO DE ESTUDO

Optamos por selecionar todos os trabalhos, independentemente da área, que trouxessem Prigogine como objeto de estudo para a composição do *corpus* desta pesquisa, pois todos os trabalhos encontrados com esse perfil se tratavam de investigações na área de História e Filosofia. Essas áreas, ainda que de campos distintos, historicamente alicerçaram e ainda contribuem para a consolidação do campo de Educação em Ciências no cenário brasileiro (Villani *et al.*, 2010). Por este motivo, vimos pertinência em manter estes trabalhos no *corpus* desta investigação.

Soma-se ao exposto o fato de objetivarmos tornar esta investigação um panorama mais abrangente da obra de Prigogine para a pesquisa em Educação em Ciências. Por outro lado, temos também consciência que esta escolha só foi possível porque havia, em toda a busca realizada, apenas cinco (5) trabalhos que investigavam a teoria prigoginiana em si. O Quadro 1 a seguir apresenta os trabalhos que têm o constructo teórico prigoginiano como objeto de estudo e alguns detalhes destes que julgamos importantes.

Quadro 1. Trabalhos de conclusão *stricto sensu* que têm a obra de Prigogine como objeto de estudo.

<i>Autor, Ano</i>	<i>Título</i>	<i>Tipo de trabalho / Universidade</i>	<i>Área</i>
Carneiro, 2003	As ideias de Prigogine sobre irreversibilidade e indeterminação e suas consequências filosóficas	Dissertação / UFMG	Filosofia
Carvalho, 2012	Temporalidade e historicidade em Ilya Prigogine	Dissertação / UFG	História
Santos, 2010	Ilya Prigogine: Estabilidade afastada do equilíbrio e irreversibilidade temporal	Dissertação / UFG	Filosofia
Carvalho, 2015	Além das nuvens e dos relógios: a ideia de ciência de David Bohm e de Ilya Prigogine	Tese / UFG	História
Dunajew, 2000	Procura de ressonâncias entre aspectos da ciência de Ilya Prigogine e aspectos da filosofia Deleuziana da Diferença	Dissertação / Unicamp	Filosofia

Fonte: Criado pelo autor.

Na dissertação *As ideias de Prigogine sobre irreversibilidade e indeterminação e suas consequências filosóficas*, defendida por Carneiro (2003), a autora apresenta as ideias prigoginianas desenvolvidas na obra *A Nova Aliança* (Prigogine & Stengers, 1991) sobre a metamorfose da ciência. Nesse trabalho é discutido como as ideias de Prigogine refletem a passagem para uma nova visão de mundo: visão de uma natureza determinista e reducionista para uma natureza indeterminista, marcada por instabilidades e complexidades.

Para contrastar as ideias da teoria prigoginiana, Carneiro (2003) apresenta duas posições divergentes a respeito das mesmas. Sendo a primeira, a crítica de Jean Bricmont ao suposto emprego inadequado de conceitos científicos por Prigogine. A segunda trata da obra de Fritjof Capra, que tem como fim o estabelecimento de uma nova ordem para os fenômenos da natureza, se baseando em componentes do referencial prigoginiano. A pesquisadora conclui sua pesquisa dizendo ser necessário o julgamento do tempo para que se avalie o destino da nova aliança anunciada por Prigogine e Stengers.

Em outra via, Carvalho (2012), em sua dissertação *Temporalidade e historicidade em Ilya Prigogine*, apresentou e discutiu os conceitos específicos de temporalidade e de historicidade presentes nas obras de Prigogine. O autor apresentou as críticas que Prigogine teceu a determinados aspectos do modelo científico fundamentado na ciência clássica. Carvalho (2012) evidenciou o ponto de vista prigoginiano de uma nova ciência em metamorfose, e nesta nova visão, ele destacou o novo conceito de temporalidade, agora caracterizado essencialmente

pela irreversibilidade, e que possibilita uma nova dimensão para a historicidade.

Carvalho (2012) afirma que as discussões prigoginianas permitiram uma maior aproximação entre a Física e a História, uma vez que as ideias de Prigogine concebem a natureza irremediavelmente atravessada pela temporalidade irreversível, distinguindo o passado do futuro, o antes do depois. Desta forma, Carvalho (2012) acredita ser possível o diálogo entre essas duas áreas do saber através do conceito de temporalidade de Prigogine, perspectiva essa que permite inclusive certa historicização da Física.

Em caminho mais parecido com o de Carvalho (2012), Santos (2010), elaborou sua dissertação, *Ilya Prigogine: Estabilidade afastada do equilíbrio e irreversibilidade temporal*, em torno das ideias de complexidade e caos elaborados por Prigogine, mostrando como estas apontam para uma verdadeira transformação da ciência. Segundo a pesquisadora, seu trabalho “tem por meta examinar o alcance da obra prigoginiana na conformação da nova episteme que subjaz a tais mudanças, em face da ruptura paradigmática que instaura o pensamento contemporâneo” (Santos, 2010, p. 07).

Santos (2010) desenvolveu toda a sua discussão permeando questões prementes do mundo contemporâneo, como a crise na ciência e na filosofia, os limites do crescimento, o desenvolvimento sustentável e a emergência de um novo modelo de racionalidade. Por outro lado, a autora não apresentou uma conclusão evidente de seu trabalho.

Agora em sua tese doutoral *Além das nuvens e dos relógios: a ideia de ciência de David Bohm e de Ilya Prigogine*, Carvalho (2015), analisou as concepções de ciência de Prigogine e do físico quântico estadunidense David Bohm (1917-1992). O autor acredita que estas duas concepções representam autênticas visões científicas, uma vez que apresentam bons argumentos e não se alinham à visão predominante da ciência clássica.

A tese doutoral de Carvalho (2015) constatou que existem importantes diferenças entre as perspectivas teóricas e de abordagem de Bohm e de Prigogine, mas que elas possuem pontos significativos bastante similares como “a busca de uma unidade entre o ser humano e natureza, a importância dada ao fazer ciência sem dissociá-la das questões mais filosóficas profundas e a preocupação em estabelecer diálogos mais profícuos entre as áreas do saber” (p. 09).

Seguindo caminho semelhante, Dunajew (2000) também entrelaçou o referencial prigoginiano com o constructo de outro autor em sua dissertação, *Procura de ressonâncias entre aspectos da ciência de Ilya Prigogine e aspectos da filosofia Deleuziana da Diferença*. Seu trabalho buscou encontrar as semelhanças entre o trabalho de Prigogine e o do filósofo francês Gilles Deleuze. A autora constatou que, ainda que a noção de caos pareça ser definida

de maneira divergente na filosofia e na ciência, foi este o aspecto mais importante de ressonância entre Prigogine e Deleuze. Dunajew (2000) finaliza sua investigação dizendo ser necessário um trabalho mais minucioso dos tópicos discutidos em sua dissertação, dada a importância e a complexidade dos mesmos.

Através da interpretação do Quadro 1 e das explicações que o seguem, acreditamos ter *indícios de que o referencial prigoginiano esteja sendo pouco investigado nas teses e dissertações brasileiras*, uma vez que apenas 5 trabalhos no cenário nacional tem a obra prigoginiana como objeto de estudo. Essa constatação é um pesar, pois, segundo Maruani (2004), Prigogine verdadeiramente fez um trabalho interdisciplinar e tem potencial para contribuir com as diversas áreas.

A saber, três dos cinco trabalhos de conclusão de curso *stricto sensu* aqui apresentados foram produzidos por dois programas de pós-graduação da Universidade Federal de Goiás, sendo que dois destes trabalhos foram escritos por Carvalho (2012; 2015). Ou seja, Carvalho defendeu tanto sua dissertação quanto sua tese pesquisando vertentes do constructo teórico de Prigogine. Este dado nos dá indícios de que o referencial prigoginiano tenha pertinência e conteúdo o suficiente para embasar trabalhos de conclusão de curso *stricto sensu*. Nossa hipótese ganha mais força quando constatamos que Carvalho (2012; 2015) concluiu suas pesquisas de mestrado e doutorado dizendo que ainda há vertentes a serem aprofundadas e outras a serem exploradas dentro do pensamento-Prigogine.

Verificamos também que o trabalho mais recente é datado de 2015, ou seja, em mais de seis anos nenhum novo trabalho de conclusão de curso *stricto sensu* se dedicou à análise de qualquer obra prigoginiana registrada no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Alguns cientistas, principalmente os mais tradicionais, acreditam que a obra de Prigogine rompe drasticamente com a ciência clássica, podendo residir aí uma justificativa para a pouca utilização desse referencial.

Dos cinco trabalhos aqui analisados – trabalhos estes que investigam especificamente o pensamento Prigogine –, *três pertencem à área de Filosofia e dois, à área da História. Com isso, percebemos que não há nenhum trabalho no campo de Educação em Ciências que investigue o pensamento Prigogine*. Esta constatação mostra uma lacuna e nos direciona para uma nova demanda em nossa área. Por outro lado, sabendo que a Filosofia e a História são áreas que contribuem para a consolidação do campo de Educação em Ciências temos, então, a prerrogativa para a utilização de Prigogine como objeto de estudo também no campo de Educação em Ciências.

Para além do que foi até aqui exposto, enxergamos que essa escassez de trabalhos que investigam o pensamento-Prigogine descortina a possibilidade de construção de pesquisas inovadoras para o campo de Educação em Ciências.

### 3.3 ANÁLISE DOCUMENTAL SINTÉTICA: PRIGOGINE COMO REFERENCIAL TEÓRICO

Agora apresentaremos as principais tendências e as considerações mais relevantes emergidas nos 16 trabalhos que correspondem ao descritor Prigogine no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e que julgamos tratem de temáticas próprias da Educação em Ciência. Detalhes destas pesquisas estão sumariados no Quadro 2.

Quadro 2. Quadro de teses e dissertações que compõe o *corpus* da investigação.

<i>Autor, Ano</i>	<i>Título</i>	<i>Tipo de trabalho / Universidade</i>	<i>Área</i>
Bezerra, 2013	Anagramas do corpo, processos de repetição e representação da condição humana: um diálogo entre Hans Bellmer e Pina Bausch.	Doutorado / UFRN	Educação
Klammer, 2012	Formação continuada para a prática docente no paradigma da complexidade com uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação	Doutorado / PUC PR	Educação
Marton, 2008	Paisagens sonoras, tempos e autoformação	Doutorado / UFRN	Educação
Araujo, 2009	Sonhos no dever das redes do Centro de Educação Ambiental, Ciências e Matemática	Doutorado / FURG	Educação Ambiental
Araújo, 2009	Prototexto, narrativa poética da ciência: uma estratégia de construção do conhecimento e religação de saberes no ensino de Física	Doutorado / UFRN	Educação
Martins, 2009	Projeto Civitas: (multi)(pli)cidades e as interveRsões do tempo na sala de aula Ensino Fundamental	Doutorado / UFRGS	Educação
Ferreira, 2002	Campos de significação e conhecimento em dispositivos digitais: análise das interações discursivas em listas de discussões	Doutorado / UFRGS	Informática na Educação

<i>Autor, Ano</i>	<i>Título</i>	<i>Tipo de trabalho / Universidade</i>	<i>Área</i>
Machado, 2015	Olhares dos professores de licenciatura em Física: caminhos para uma prática pedagógica apoiada no Paradigma da Complexidade	Mestrado / PUC PR	Educação
Reis, 2014	Uma Ode ao Livro: a educação, o bibliotecário, uma formação para a vida.	Mestrado / UFRN	Educação
Severo, 2013	Compreensão de natureza e a formação do biólogo	Mestrado / UFRN	Educação
Freire, 2011	Possibilidades, contextos e limites na construção de um modelo de EAD numa perspectiva sistêmica	Mestrado / UNIT	Educação
Canastro, 2010	Educação, imagem e comunicação multimídia - comunicação e conhecimento tácito	Mestrado / PUC SP	Comunicação e Semiótica
Marton, 2005	Música, filosofia, formação: por uma escuta sensível do mundo.	Mestrado / UFRN	Educação
Chicolami, 2004	O Paradigma Emergente e suas implicações pedagógicas	Mestrado / UNISO	Educação
Paludo, 2001	A prática pedagógica docente no ensino superior: desafios na formação do contador na contemporaneidade empresarial	Mestrado / UFSC	Educação
Rupolo, 2000	O conhecimento, o ensinar e o aprender: entre o mundo dado e o mundo construído	Mestrado / UFSC	Educação

Fonte: Criado pelo autor.

Analisando o Quadro 2, observamos que o *corpus* desta seção engloba sete teses e nove dissertações. Este dado não é suficiente para que possamos inferir que o referencial prigoginiano esteja sendo mais utilizado em teses do que em dissertações. Constatamos também que o único autor que utilizou o referencial prigoginiano tanto na tese quanto a dissertação foi Marton (2005; 2008).

Como esperado, *maior parte das pesquisas foram realizadas especificamente em programas de pós-graduação de Educação (13 trabalhos)*, as demais foram realizadas em programas de Educação Ambiental (1 trabalho), Comunicação e Semiótica (1 trabalho) e Informática na Educação (1 trabalho). Desta forma, até o presente momento, *não há nenhum trabalho de conclusão de curso stricto sensu que traga Prigogine como referencial teórico publicado pelos programas de pós-graduação de Educação em Ciências.*

A instituição que mais contribuiu com trabalhos inseridos no *corpus* desta pesquisa foi a Universidade Federal de Rio Grande Norte (4 trabalhos), seguida da Universidade Federal de Rio Grande do Sul (3 trabalhos). A Universidade Feral de Santa Catarina e a Pontifícia Católica do Paraná estão presentes, cada uma delas, com 2 trabalhos e as demais instituições - Universidade de Sorocaba, Pontifícia Católica de São Paulo, Universidade Federal de Rio Grande e Universidade de Tiradentes-, aparecem com apenas 1 trabalho cada uma. Desta forma, observa-se que a região Sul do Brasil concentra a maior parte das pesquisas (8 trabalhos), seguida da região Nordeste (6 trabalhos). As outras duas pesquisas são oriundas da região Sudeste.

Somente cinco trabalhos apresentaram em sua metodologia aspectos de pesquisa de campo, enquanto o restante se ateve a pesquisa teórica (11 trabalhos). Esta constatação pode nos indicar que a obra prigoginiana esteja sendo mais utilizada por autores teóricos. Ainda neste caminho, oito trabalhos problematizaram a educação em seus aspectos gerais, enquanto oito trabalhos utilizaram alguma disciplina ou curso como plano de fundo para as suas investigações. As áreas de Música, Física e Pedagogia aparecem como contexto de dois trabalhos cada um, enquanto Artes e Ciências Contábeis, contam com um trabalho cada uma.

O trabalho mais recente, a dissertação de Machado (2015), foi defendido em 2015, realçando que já faz mais de seis anos que não são apresentados resultados de pesquisas no campo de Educação em Ciências que utilizam Prigogine em sua construção. Entendemos que este resultado aponta para uma possível tendencia de desuso do referencial prigoginiano nas pesquisas em nosso segmento de ensino. Ainda neste sentido, a maior parte das pesquisas foi realizada sem estar relacionada a nenhum nível de ensino (10 trabalhos). Dentre os trabalhos que foram construídos em um nível específico de ensino, o Ensino Superior aparece em quatro trabalhos e contando com apenas um trabalho, também estiveram presentes o Ensino Fundamental e o Ensino Médio.

Quanto às estruturas dessas pesquisas, curiosamente, a pesquisa de Canastro (2010) cita Prigogine apenas no resumo e não faz mais nenhuma menção ao autor no restante do trabalho. Em contrapartida, Paludo (2001); Rupolo (2000) e Ferreira (2002) utilizam Prigogine no corpo de suas pesquisas, mas não o inserem nas referências bibliográficas de seus trabalhos. Ressaltamos que não estamos autorizados a inferir se esse contexto se trata de esquecimento, escolha dos autores ou se houve ou não a intenção de utilização do referencial prigoginiano nestas pesquisas. Essa questão realmente foge dos limites cognoscíveis desta pesquisa. Contudo, causa-nos estranheza essas pesquisas citadas não referenciem os trabalhos

prigoginianos explicitamente utilizados em suas respectivas estruturas. Essa prática é incomum no presente contexto da pesquisa científica.

Situação diferente acontece na pesquisa doutoral de Klamer (2012), em que ele cita Prigogine em mais de 20 momentos de sua pesquisa, como referencial, porém não o cita no resumo. Neste caso, entendemos que o referencial Prigoginiano realmente contribuiu para o desenvolvimento das ideias apresentadas por Klamer (2011), mas que, ainda assim, o pensamento-Prigogine não se configurou como um dos principais pilares da pesquisa em questão.

Notamos que os quatro trabalhos - Ferreira (2002); Marton (2005); Rupolo (2000) e Severo, (2013) - apresentaram em sua estrutura uma seção explícita para falar sobre a vida e sobre aspectos teóricos de Prigogine e que dois trabalhos - Araujo (2009) e Machado (2015) - apresentaram seções que especificamente tratavam da Teoria das Estruturas Dissipativas de Prigogine. A existência de seções únicas para tratar do pensamento-Prigogine no corpo dessas pesquisas evidencia a importância de Prigogine para a construção dos trabalhos anteriormente citados.

Sabendo que Prigogine tem duas vertentes de trabalhos muito distintas – a termodinâmica e a filosofia -, também tivemos interesse em saber quais são as obras de Prigogine que foram utilizadas pelos autores deste *corpus* para comporem seus respectivos trabalhos. Consideramos esta preocupação legítima uma vez constatamos trabalhos do campo epistemológico, presentes nos *corpus* de pesquisas correlatas a esta, que utilizam apenas as investigações de Prigogine voltadas à Termodinâmica para sua elaboração. Esta ocorrência inclusive nos leva a questionar: dado a pertinência do referencial prigoginiano para o campo filosófico que pensa a ciência, por que trabalhos epistemológicos, inclusive os da Educação em Ciências, decidem por trabalhar apenas com a parte que trata especificamente do campo da termodinâmica? Esta reflexão é válida, mas como não é este o foco desta pesquisa, não nos estenderemos por aqui. Acreditamos, inclusive, que esta é uma questão que sugere novas demandas de pesquisa na área de Educação em Ciências!

Identificamos que o livro *A Nova Aliança* (Prigogine & Stengers, 1991) foi a obra prigoginiana mais utilizada pelos trabalhos aqui analisados, tendo sido referenciado em oito diferentes pesquisas. Em sequência, os livros *Lei do Caos* (Prigogine, 2002), *O Fim das Certezas* (Prigogine, 2011) e *Ciência, Razão e Paixão* (Carvalho & Almeida, 2009) que aparecem nas referências bibliográficas de cinco diferentes pesquisas. Sendo referenciados em quatro diferentes investigações, aparecem os livros *Do ser ao Devir* (Prigogine, 2002b) e *Entre*

*o Tempo e a Eternidade* (Prigogine & Stengers, 1990). Enquanto isso, o livro *Nascimento do Tempo* (Prigogine, 2008) e o texto *Carta para as futuras gerações* (Prigogine, 2000) são referenciados somente em duas e três pesquisas, respectivamente.

Com isso, constatamos que os trabalhos de Prigogine com vertente filosófica foram praticamente os únicos utilizados pelos autores das pesquisas que compõem o *corpus* desta investigação. Interpretamos este dado de maneira otimista, pois ele nos indica que o referencial prigoginiano tem ganhado pertinência também como referencial epistemológico nas teses e dissertações do campo de Educação em Ciências.

Partindo das discussões até aqui esboçadas, nos atentamos para o fato de que não existe nenhuma pesquisa-conclusão de curso *stricto sensu* no cenário brasileiro que utiliza Prigogine como objeto de estudo ou mesmo como um referencial teórico e que tenha sido publicada especificamente como pesquisa do campo de Educação em Ciências. Consideramos que esta indagação, aliada à pertinência da discussão levantada e aprofundada por Prigogine, aponta para a importância e necessidade de que sejam construídos trabalhos que compreendam o pensamento-Prigogine e o apliquem nas mais diferentes linhas de pesquisa da Educação em Ciências.

A nossa expectativa é que o constructo teórico prigoginiano possa contribuir para o processo de consolidação do campo de Educação em Ciências no Brasil, quer seja descortinando novas perspectivas de pesquisa ou mesmo revisitando problemáticas já discutidas em nossa área.

### 3.4 ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA: PRIGOGINE COMO REFERENCIAL TEÓRICO

Do processo de Análise Textual Discursiva, emergiram quatro categorias finais. Para cada uma dessas categorias finais, construímos um metatexto com o intuito de tentar capturar o emergente que os trabalhos do *corpus* de investigação podem nos apresentar, ao considerarmos a questão que nos inquieta: “o que é isto que se mostra da utilização do referencial prigoginiano nas pesquisas em Educação em Ciências?”. Tanto as categorias finais quanto os seus respectivos metatextos são apresentados na sequência.

A fim de facilitar a leitura dos metatextos, gostaríamos, inicialmente, de fazer algumas considerações acerca das categorias finais. Quanto às categorias [1] e [2], estas são destinadas a refletir sobre as implicações epistemológicas da utilização do *pensamento-Prigogine* nos trabalhos de conclusão de curso *stricto sensu* de Educação em Ciências. Já as categorias [3] e

[4] encarregam-se de discutir a utilização mais pontual do referencial prigoginiano nos distintos momentos de compreensão dos trabalhos que compõem nosso *corpus* de investigação. De modo mais amplo, consideramos que as categorias [1] e [2] carregam uma perspectiva mais filosófica, ao passo que as categorias [3] e [4] se atêm à discussão da localização do referencial prigoginiano nas estruturas das pesquisas.

As categorias encontradas estão listadas em seguida.

[1] Prigogine, o tempo criativo e a escuta sensível da natureza: metáforas e analogias para a unificação das duas culturas.

[2] Prigogine e a construção do paradigma da complexidade - o posicionamento do ser humano no mundo.

[3] Os conceitos termodinâmicos e o constructo filosófico de Prigogine como ferramentas nos trabalhos de Educação em Ciências.

[4] A contribuição efetiva do referencial prigoginiano na Educação em Ciências.

A fim de facilitar a leitura dos metatextos, gostaríamos, inicialmente, de fazer algumas considerações acerca das categorias finais. Quanto às categorias [1] e [2], estas são destinadas a refletir sobre as implicações epistemológicas da utilização do pensamento-Prigogine nos trabalhos de conclusão de curso *stricto sensu* de Educação em Ciências. Já as categorias [3] e [4] encarregam-se de discutir a utilização mais pontual do referencial prigoginiano nos distintos momentos de compreensão dos trabalhos que compõem nosso *corpus* de investigação. De modo mais amplo, consideramos que as categorias [1] e [2] carregam uma perspectiva mais filosófica, ao passo que as categorias [3] e [4] se atêm à discussão da localização do referencial prigoginiano nas estruturas das pesquisas.

Os metatextos das quatro categorias resultantes são apresentados em sequência. Frisamos que, devido à pertinência, assumimos as categorias como os próprios títulos dos metatextos.

*[1] Prigogine, o tempo criativo e a escuta sensível da natureza: metáforas e analogias para a unificação das duas culturas*

A hibridez de Prigogine perante as duas culturas (a científica e a humanística) e até mesmo o conflito que experienciou entre elas são citados nos trabalhos de maneira positiva. Prigogine considera o confronto entre as duas culturas ultrapassado, e isso pode ser constatado ao se verificar que ele foi autor em várias áreas do saber (T7:9)(Reis, 2014). Por outro lado, ainda que considere ultrapassado, Prigogine acredita que este embate ainda é importante

enquanto discussão (T17:20)(Araújo, 2009). Ainda nesse sentido, os trabalhos também trazem a questão da ligação de Prigogine com as artes, principalmente sobre a música, ter influência na riqueza intelectual e afetiva de sua obra (T22:5)(T7:8)(Marton, 2008; Reis, 2014).

*Além do curriculum de sucesso na ciência e na academia, Prigogine era um homem sensível e encantado pelas artes. [...] “o interesse pela música, literatura, arqueologia, psicologia, direito e história tece a formação humanista de um cientista que centra suas pesquisas na Química orgânica e depois na físico-Química” (Almeida, 2004, p. 77). (T7:8) (Reis, 2014, p. 62)*

Assim como fomos atingidos, outros autores também expressam como suas pesquisas foram, direta ou indiretamente, redirecionadas após terem contato com o referencial prigoginiano (T17:7)(T20:2)(Araújo, 2009; Klammer, 2012). Em outras palavras, eles evidenciam o impacto do contato com a obra prigoginiana que, pela sua originalidade e ousadia, nos envolve e nos inquieta enquanto cientistas e habitantes deste mundo.

A excentricidade de Prigogine ao discutir sua pesquisa também é ressaltada em alguns momentos, inclusive quando ele assume o inacabamento de suas obras já publicadas e dos conceitos que ele elaborou (T17:12)(Araújo, 2009). Enquanto pesquisadores nos é bastante empático ouvir de um cientista como Prigogine, que o inacabamento faz parte deste universo e que por ser uma propriedade dele, também fará parte de nossas investigações.

*No livro Entre o tempo e a eternidade, Prigogine (1992, p. 11) adverte os leitores: “Optamos por apresentar as coisas no estado atual, sabendo como são incompletas nossas respostas, como são imprevisíveis os problemas que as teorias atuais provocarão”. O sentimento de inacabado se percebe também quando Prigogine se questiona acerca de seu pensamento e com este as noções adotadas por ele. (T17:12)(Araújo, 2009, p. 58)*

Como já esperado, por ser uma das marcas mais características da obra prigoginiana, o tempo proposto por Prigogine é amplamente citado, reforçado e relacionado com outras variáveis qualitativas. O que chama a atenção no *corpus* da nossa investigação é que aqui ganha destaque a expressão *tempo criativo*, que é utilizada para diferenciá-lo do tempo linear imposto pela ciência clássica (T22:8)(Marton, 2005). Esse tempo criativo nada mais é do que o tempo que se desprende da reversibilidade, tomando a flecha do tempo e a irreversibilidade como fonte de ordem e não apenas de degeneração (T15:23)(Ferreira, 2002).

Sobre esse tempo criativo, os trabalhos destacam que, além de trazer ordem, ele é a propriedade que unifica a ciência, a cultura e a sociedade. Os autores utilizam a ideia de que o tempo criativo é o elo entre o determinismo eminente na natureza, descrito pelas leis da ciência

clássica, e as possibilidades de criatividade, de inovação. Em outras palavras, a flecha do tempo seria a propriedade comum a tudo que existe no universo (T17:41)(T19:7) (T21:28)(Araújo, 2009; Bezerra, 2013; Martins, 2009). Apoiando-se na perspectiva prigoginiana de que o tempo é capaz de prover criação e novidades, os autores apontam que seria contraditório ele também ser, ao mesmo tempo, uma ilusão (T21:30)(Martins, 2009).

A questão do tempo criativo parece emergir nestes trabalhos através da compreensão do paradoxo do tempo, tópico recorrente na obra prigoginiana. E esse paradoxo trata da problematização da supervalorização da reversibilidade em um universo onde coexistem processos reversíveis e irreversíveis, sendo que a irreversibilidade está presente na quase totalidade dos fenômenos observáveis e inobserváveis. A pretensão de Prigogine com a discussão do paradoxo do tempo foi a abertura da Física para a experiência humana do tempo. Ao defender um tempo marcado pelo não determinismo, Prigogine nos coloca imersos num terreno de possibilidades (T19:7)(T21:21)(Machado, 2015; Martins, 2009).

*Como anuncia Prigogine, vivemos um tempo marcado pela irreversibilidade e pelo não-determinismo. Daí porque o conhecimento científico – múltiplo, incerto e ambíguo por natureza -, precisa fazer uso da criatividade e da liberdade para construir o futuro, que não está determinado. Estamos imersos num terreno de possibilidades, probabilidades e possíveis. (T22:2)(Marton, 2005, p. 19)*

Os autores também recorrem à discussão sobre a existência da história do tempo levantada por Prigogine, para chegar ao ponto de que a existência das bifurcações confere um caráter histórico à evolução de todos os sistemas (T17:49)(T21:24)(Araújo, 2009; Martins, 2009). E esse caráter histórico é inerente, também, a nós, seres humanos, já que estamos posicionados nesse mundo. Dessa forma, não apenas as estruturas que investigamos, mas também o nosso sistema educacional, as nossas pesquisas, a nossa cultura e até a nossa jornada individual contam uma história junto com a história que é contada sobre o universo. Estamos dizendo, junto a Prigogine, que realmente *somos* poeira estelar.

A noção de tempo criativo é apresentada pelos autores aqui analisados como o principal alicerce para uma proposta transdisciplinar de Prigogine; proposta essa que sugere o entrelaçamento entre a Filosofia, as Ciências Naturais e as Ciências Sociais. O tempo criativo é tomado pelos autores como o mais genético dos princípios para a aliança entre as duas culturas. Essa nova aliança proposta por Prigogine pressupõe o diálogo respeitoso entre o ser humano e a natureza, resultando numa verdadeira aliança entre a cultura humanística e a cultura

científica (T21:13)(Martins, 2009).

Com isso, Prigogine aponta que o universo demanda uma nova linguagem para descrevê-lo. Uma linguagem que recuse o determinismo e a previsibilidade. Uma linguagem que assuma o elemento narrativo. Uma linguagem que possa ser utilizada tanto pelos sistemas vivos, a sociedade humana, como pela ciência e pela arte. Ao utilizarem essas ideias, os autores parecem ter visualizado em Prigogine contribuições para um momento de despertar, um momento de estar no mundo (T17:49)(T:20:16)(T21:15)(Araújo, 2009; Klammer, 2012; Martins, 2009).

*Prigogine (1991) contribuiu para um momento de despertar e de estar no mundo, tecendo uma teia contínua de desordem, imprevisibilidade e criatividade no processo de mudança seja nos sistemas vivos, como a sociedade humana, seja nas artes ou nas ciências. Ele alerta que a vida possui uma capacidade ilimitada e dinâmica de transformação. (T20:16) (Klammer, 2012, p. 145)*

O entrelaçamento entre a Filosofia e a Ciência é a principal proposta de aliança idealizada por este pensador. Prigogine tinha essa perspectiva, enquanto Bergson enxergava uma dualidade super-radical entre essas duas entidades, sendo esse o ponto de desencontro teórico entre estes dois pensadores (T21:32)(Martins, 2009). E o que faz com que Prigogine acredite nessa aliança entre a Filosofia e a Ciência é, mais uma vez, sua crença no tempo irreversível, ou, como vem sendo utilizado pelos autores aqui analisados, pelo tempo criativo.

Os autores adotam Prigogine como um representante com potencialidade para unir os planos científico e filosófico. E isso faz muito sentido uma vez que a obra de Prigogine foi construída de maneira verdadeiramente híbrida. Apesar de Prigogine não se intitular filósofo ou epistemólogo, não é difícil encontrar, nos trabalhos aqui analisados, menções à *epistemologia de Prigogine*. Tal apontamento sugere que os autores aqui estudados veem a obra prigoginiana com pertinência suficiente para intitulá-la como epistemologia. Os trabalhos apontam que a Filosofia prigoginiana, ainda que inovadora, consegue atualizar importantes diálogos que já aconteceram anteriormente, mas que ainda permanecem relevantes e precisam de revisão (T8:2)(T21:13)(Araújo, 2009; Martins, 2009).

É ainda se baseando na humanização do tempo que os trabalhos apontam para a ambição de se utilizar a teoria das estruturas dissipativas de Prigogine em outros campos, inclusive nas ciências sociais. Os autores acreditam que essa teoria não é apenas um fenômeno isolado, mas sim que ela faz parte de um movimento maior: movimento este que é convergente e

transdisciplinar. O próprio Prigogine, com bastante cautela, já declarou essa pretensão de que sua teoria sirva como instrumentos conceituais às outras ciências. Ainda que não seja condizente com sua postura epistemológica, cabe deixar claro que Prigogine não pretende reduzir as outras ciências às categorias da físico-Química. Ao contrário disso, seu intuito é provocar novas distinções para que emerja novos e relevantes problemas em campos diferentes da termodinâmica (T8:6)(T20:22)(T21:19)(Araújo, 2009; Klammer, 2012; Martins, 2009).

*[...] o estudo dos “atratores” que caracterizam os sistemas dissipativos fornece às outras ciências instrumentos conceituais que, longe de reduzi-las às categorias da físico-Química, provocam em seus campos novas distinções, problemas inesperados. Como a noção de atrator caótico, por exemplo, a questão não é mais opor determinismo e imprevisibilidade, e sim tentar entender por que é imprevisível uma evolução... (PRIGOGINE; STENGERS, 1992, p. 181). (T20:23)(Martins, 2009, p.206)*

Já é fato tangível a utilização do referencial prigoginiano em diversas áreas para além da termodinâmica. Seguindo esse caminho, nos trabalhos que compõem o *corpus* desta investigação, a obra prigoginiana é posta em contato com outras áreas relevantes, demonstrando assim a intenção de integrar diferentes áreas do saber como, por exemplo, a Física e a Literatura (T17:19)(Araújo, 2009); Literatura, Complexidade e Educação (T7:8)(Reis, 2014); Artes, Cultura Científica e Cultura Humanística (T9:14)(Bezerra, 2013).

É visível que o referencial prigoginiano é bastante utilizado quando se buscam interfaces entre as ciências naturais e as ciências sociais e, nos trabalhos aqui analisados, ganham bastante destaque as áreas relacionadas com o fazer artístico (T17:41)(T9:10)(Araújo, 2009; Bezerra, 2013). A relação que Prigogine tem com as artes, principalmente com a música, é muito evidente nos trabalhos que compõem o *corpus* desta investigação. Inclusive, no trabalho de Marton (2005), é pormenorizada a importância da música na jornada de Prigogine e de como ele fez da música uma metáfora da complexidade em sua vida (T22:5). Marton (2005), além de relacionar os conceitos de bifurcação e de tempo criativo na experiência humana da música, ainda concluiu que a ciência de Prigogine é musical (T22:12). Nesse mesmo sentido, Araújo (2009) aponta que, além da música, Prigogine teve forte influência também da literatura em sua formação intelectual, informação esta bastante evidenciada nos trabalhos do *corpus* desta investigação.

A relação que Prigogine tem com as artes, principalmente com a música, é muito evidente nos trabalhos aqui analisados. Inclusive, no trabalho de Marton (2008) é pormenorizada a importância da música na jornada de Prigogine e de como ele fez da música

uma metáfora da complexidade em sua vida. Este autor, além de relacionar os conceitos de bifurcação e de tempo criativo na experiência humana da música, ainda concluiu que a ciência de Prigogine é musical. Neste sentido, Araújo (2009) (T17:20) aponta que além da música, Prigogine teve forte influência também da literatura em sua formação intelectual, informação bastante evidenciada nos trabalhos do *corpus* dessa investigação.

*É dessa perspectiva que me ponho a escutar/dialogar com [...] Ilya Prigogine (1917-2003). Caminho com ele pelos seus diversos universos musicais, e me pergunto se o gosto pela música não facilitou, de fato, a existência imantada de beleza, profundidade e riqueza intelectual e afetiva que ele expressa. (T22:6)(Marton, 2008, p. 34)*

*Graças que Prigogine se sentia um ser híbrido. Confessa que experimentou muito intensamente este conflito entre as duas culturas no decurso dos seus estudos assim como nas leituras que fazia. (T9:7)(Araújo, 2009, p. 99)*

Em sua obra, Prigogine refuta a ideia de que a arte pertence ao mundo somente como algo que surge das mãos dos artistas. A obra prigoginiana toma a arte como a expressão de algo que é fundamental na natureza, considerando a arte como um aspecto inerente à natureza. Para Prigogine, a metáfora da imagem da ciência atual é uma obra de arte, ratificando seu encantamento pela cultura humanística (T9:5)(T9:11)(T17:44)(Araújo, 2009; Bezerra, 2013).

Também estão presentes nos trabalhos deste *corpus* as metáforas que Prigogine elaborou sobre a ciência em cada período da humanidade; talvez a mais recorrente entre elas seja a de que, para a ciência newtoniana, o mundo seja uma máquina (T17:47)(Bezerra, 2013). Indo ainda mais além, verificamos que é recorrente nas pesquisas aqui analisadas que os conceitos prigoginianos também surjam através de metáforas e analogias (T17:48)(T7:10)(T14:6)(Bezerra, 2013; Reis, 2014; Severo, 2013).

*Para Prigogine, a representação da história da ciência poderia ser anunciada por três grandes metáforas: o relógio, que corresponderia metáfora da ciência para o século XVII; o motor térmico, considerado pelo autor com a metáfora que representa o século XIX; e a obra de arte, como um símbolo de uma nova ciência, um novo tempo, um conhecimento comprometido com a vida. (T17:48)(Bezerra, 2013, p. 126)*

Podemos sintetizar o que foi discutido até aqui dizendo que os trabalhos de conclusão de curso *stricto sensu* do campo de Educação em Ciências, aqui analisados, e que utilizam o referencial prigoginiano em sua elaboração, o fazem evocando a escuta *sensível, poética e artística da ciência, da natureza e do universo* proposta por Prigogine. Tendo o tempo criativo

como elemento norteador, o constructo teórico prigoginiano contribui com analogias e metáforas que favorecem o entrelaçamento do campo de Educação em Ciências com diferentes áreas do saber.

*[2] Prigogine e a construção do paradigma da complexidade - o posicionamento do ser humano no mundo*

A propositura prigoginiana de desconstrução do mundo autômato proposto pelo paradigma cartesiano-newtoniano é amplamente citada nos trabalhos que compõem o *corpus* desta investigação. Os autores expõem, através de Prigogine, que a ciência construída em torno do tempo-trajetória se mostra limitada e até perde a sua significação. Este evento parece ter acontecido porque a ciência clássica se baseou quase completamente em sistemas deterministas, considerando o instável como exceção. Na perspectiva newtoniana, o universo é reversível (T21:26)(T19:39)(Machado, 2015; Martins, 2009).

Quando Prigogine faz sua contraproposta de inserção da flecha do tempo na análise dos sistemas, ele vai de encontro às teorias de renomados cientistas como Newton, Einstein e Schrödinger. Apesar da relevância das teorias elaboradas por esses pesquisadores, elas não reservam lugar ao acontecimento, ao evento, ao que é novidade. No caso da teoria de Newton, em que as equações são invariantes em relação ao sinal do tempo, o futuro se torna uma reprodução do passado e é reforçada a visão analógica de mundo máquina (T15:17)(T19:39)(T21:26)(Ferreira, 2002; Machado, 2015; Martins, 2009).

*Conforme Prigogine, as teorias Físicas de Newton, da relatividade e quântica, são deterministas e reversíveis. Nelas, a inversão dos tempos (passado e futuro reversíveis) não altera as leis e relações entre os eventos da natureza. Elas são contemporâneas do Demônio de Laplace": a previsão sobre os eventos depende tão-somente do conhecimento de todas as variáveis em jogo e suas transformações no tempo (mesmo que relativo, conforme a teoria de Einstein). Sobre isso, afirma Prigogine: "As leis da natureza enunciadas pela Física são da esfera, portanto, de um conhecimento ideal que alcança a certeza. Uma vez que as condições iniciais são dadas, tudo é determinado" (1996: 19). (T15:17)(Ferreira, 2002, p. 406)*

Prigogine almeja a desconstrução do mundo autômato descrito pela ciência clássica através de conceitos termodinâmicos desenvolvidos por ele próprio. Os trabalhos aqui analisados corroboram essa informação ao apontarem que a ideia das estruturas dissipativas foi uma das teorias que mais contribuiu substancialmente para a crise do paradigma newtoniano.

A comprovação prigoginiana do surgimento da ordem através de flutuações<sup>44</sup> em contextos de irreversibilidade questionou os fundamentos do universo estático da dinâmica (T24:4)(T20:13)(Chicolami, 2004; Klammer, 2012).

O ponto de virada para essa desconstrução, segundo Prigogine, foi a constatação de que a irreversibilidade da segunda lei da termodinâmica<sup>45</sup> já não podia ser visualizada como sinônimo de destruição. As novas interpretações do caos<sup>46</sup>, da flecha do tempo, da entropia e da auto-organização advindas da nova concepção da segunda lei da termodinâmica sugerida por Prigogine é um ponto fulcral para que haja a conciliação das duas visões de mundo (T17:35)(Araújo, 2009).

É, então, apresentada uma semântica prigoginiana que leva a uma verdadeira reformulação dos conceitos tradicionais, mas não apenas deles, visto que, além da Física newtoniana, a relatividade e a quântica se mostraram como teorias construídas, alicerçadas nos princípios do determinismo e da reversibilidade. Por outro lado, e já respaldando o trabalho prigoginiano, os autores alertam que a teoria das estruturas dissipativas somente parecerá ser paradoxal se ela for lida a partir de um prisma cartesiano (T17:10)(T5:6)(Araújo, 2009; Rupolo, 2000).

*Como já foi mencionado, ela (a teoria das estruturas dissipativas) descreve a auto-organização, e assim se chama para enfatizar a coexistência entre o ato de dissipar que tradicionalmente vem associado à dispersão, e a ordem que emerge espontaneamente desta dissipação. Assim, aquilo que inicialmente parece um paradoxo somente o é se analisado sob o ponto de vista cartesiano-newtoniano. (T5:6)(Rupolo, 2000, p. 50)*

Prigogine é considerado como um dos fundadores da nova visão de mundo e os trabalhos demonstram, por diversas vezes, o impacto de sua obra no que tange às rupturas com o modelo

---

<sup>44</sup> Num estado próximo do equilíbrio, as flutuações regridem, a entropia é mínima agitam-se e o ambiente adquire um estado homogêneo. Porém, longe do equilíbrio as flutuações e instabilidades colocam em jogo mecanismos dos processos irreversíveis. Massoni (2008) alega que as flutuações e as instabilidades - conceitos inacessíveis à descrição determinística - desempenham um papel primordial no que tange às estruturas dissipativas. Sendo justamente as flutuações e as instabilidades as maiores influências para a “escolha” do sistema por seu novo modo de ação e evolução.

<sup>45</sup> O segundo princípio da termodinâmica estabelece que a energia disponível no universo executa um movimento que vai da ordem perfeita à desordem absoluta, na qual se esgotará completamente (Carvalho, 2012).

<sup>46</sup> O senso comum associa o caos à anarquia e à imprevisibilidade; mas não é assim que Prigogine o compreende. Antes atrelado apenas ao aumento da desordem, agora o caos aqui é interpretado como fonte de ordem. Ou seja, os sistemas dinâmicos instáveis caóticos não são sinônimos de desordem, pois possibilitam, na instabilidade, a ocorrência de novos eventos que geram organização (Carvalho, 2012). Dessa forma, sendo possível a existência da ordem e desordem no caos, este, surpreendentemente para a ciência clássica, apresenta um papel construtivo e indispensável (Capra, 2010; Massoni, 2008). Ou seja, o caos (ou processos irreversíveis) não é mais um mero acaso!

clássico de ciência. E é dessa forma que os autores encontram sustentação em Prigogine para discorrer sobre a crise do paradigma conservador. Prigogine, juntamente com outros autores, ao não concordar com uma ciência pautada em certezas, está fundamentando um novo paradigma. Esse novo paradigma demanda uma revisão da nossa concepção de mundo, de sociedade e de ser humano. Trata-se do paradigma da complexidade (T9:9)(T20:8)(Bezerra, 2013; Klammer, 2012).

A irreversibilidade prigoginiana nos possibilita enxergar que a vida é, ao mesmo tempo, processos de novidade, de repetição e, sobretudo, de complexidade. E a complexidade pressupõe que cada ciência consiga exprimir apenas uma parte do real. Pensar de maneira complexa exige que tenhamos em mente que os fenômenos funcionam por meio de um princípio de complementariedade, onde o inacabamento parece ser uma marca constante (T17:11)(T9:13)(Araújo, 2009; Bezerra, 2013).

Nesse sentido, é muito expressivo no *corpus* desta investigação que os trabalhos que utilizam Prigogine como aporte teórico, o fazem sob o ponto de vista da complexidade. Esta recorrência é pertinente uma vez que Prigogine, por meio de referenciais alicerçados na unidade, diversidade, emoção e intuição, é um dos pensadores mais comprometidos com a construção do paradigma da complexidade. Prigogine nos atrai à medida que nos chama para uma nova racionalidade, uma racionalidade distante de situações simplificadas e idealizadas, e mais próxima da complexidade do mundo real.

*Segundo Prigogine (1996, p. 14): Pensamos situar-nos hoje num ponto crucial dessa aventura, no ponto de partida de uma nova racionalidade que não mais identifica ciência e certeza, probabilidade e ignorância. [...] Assistimos ao surgimento de uma ciência que não mais se limita a situações simplificadas, idealizadas, mas nos põe diante da complexidade do mundo real, uma ciência que permite que se viva a criatividade humana como expressão singular de um traço fundamental comum a todos os níveis da natureza. (T8:7)(Araújo, 2009, p. 48)*

Também constatamos que Prigogine, por vezes, é citado nos trabalhos por ter servido como subsídio para a elaboração de teorias de outros autores que dialogam com a complexidade como, por exemplo, Morin. A utilização dos conceitos de Prigogine para a elaboração de novas teorias o coloca em um lugar de destaque no universo das ciências da complexidade. Da mesma forma, devido à sua autoridade no assunto, Prigogine também é chamado nos trabalhos para contar especificidades da complexidade, tais como seu embasamento, seu surgimento, entre outros (T20:7)(T9:2)(Klammer, 2012; Reis, 2014).

É interessante que os autores que escrevem sobre Educação em Ciências apostem no paradigma da complexidade, pois, conforme afirma Prigogine, as ciências da complexidade insistem na criatividade em todos os níveis da natureza. Dessa forma nós, educadores em ciências, cientistas e cidadãos, ao compreendermos os pontos de metamorfose na construção do conhecimento, também passaremos a conceber a natureza como sendo uma entidade viva. Sendo viva, esta natureza não está posta e nem pode ser compreendida totalmente em um único plano de realidade ou através de um único modelo teórico (T19:18)(T14:4)(Machado, 2015; Severo, 2013).

Prigogine advoga em favor da necessidade de se compreender a multiplicidade criativa do mundo real, por isso seu comprometimento com a construção do paradigma da complexidade. De maneira geral, a teoria prigoginiana entende que o universo é bem mais complexo e interativo do que classicamente imaginamos. Para que compreendamos este mundo, é preciso que também o entendamos como sendo essencialmente complexo (T14:5)(Severo, 2013).

*Nós já não estamos no estado de confiança que estava ligado à ideia de que tínhamos compreendido o universo, a sociedade, as culturas... de uma vez por todas. Nós damos-nos conta de que estamos num universo bem mais complexo e interativo, ao qual deve corresponder uma formulação diferente dos problemas. Ilya Prigogine. (T14:5)(Severo, 2013, p. 80)*

A complexidade pretendida por Prigogine exige o fim das certezas. Ao tecer sua teoria num cenário em que não existem certezas, o referencial prigoginiano constrói o argumento de que o futuro não nos é dado. Diferentemente do que prega a ciência clássica, o futuro existe e não está determinado. E esta é a mensagem de otimismo de Prigogine à humanidade (T19:13)(Machado, 2015). A discussão sobre o “fim das certezas” é recorrentemente utilizada nos trabalhos aqui analisados.

Os trabalhos apontam que a incerteza é um importante elemento do referencial prigoginiano, revelando que ela não é propriedade apenas do universo, mas sim da própria existência humana. E que, de fato, Prigogine pretendeu colaborar, desde a elaboração da teoria das estruturas dissipativas, para a construção de uma noção de ciência mais humana, feita por seres humanos para os seres humanos (T17:51)(T19:13)(Araújo, 2009; Machado, 2015).

Ao descartar a formulação original da entropia<sup>47</sup>, em que a irreversibilidade é fruto da ignorância humana, Prigogine já demonstrava seu posicionamento de considerar a existência do ser humano no mundo. O fim das certezas justifica a derrubada de qualquer teoria que se pretenda definitiva, tomando o ser humano como sujeito da sua própria história (T4:1)(T15:15)(Canastro, 2010; Ferreira, 2002).

Em cada geração, os seres humanos tentam, a partir da ciência, encontrar uma forma de coerência intelectual, mas para Prigogine, a compreensão da natureza acontece ao mesmo tempo em que se situa o ser humano neste mundo. Assim, o olhar prigoginiano evidencia não apenas as mudanças que acontecem no meio científico, mas também as mudanças que ocorrem no seio da nossa sociedade. Prigogine questiona o *pertencer* do ser humano ao mundo e talvez seja esta a preocupação mais humanística da sua obra (T17:52)(T24:6)(Araújo, 2009; Chicolami, 2004).

Nesse sentido, a carta de Prigogine destinada às futuras gerações também aparece nos trabalhos que compõem o *corpus* desta investigação por diversas vezes. Nessa carta Prigogine faz uma analogia entre as estruturas dissipativas e a sociedade, fazendo um alerta para que nós e as gerações futuras possamos construir uma realidade diferente das várias que nos são apresentadas. Prigogine acredita que a ciência ainda está na sua infância e por isso, nessa carta, orienta-nos a não cometermos os mesmos erros das gerações passadas, nos estimulando a acreditar na construção de uma ciência que englobe diversos aspectos. E percebemos que essa carta é evocada pelos autores quando eles tecem argumentações que tangenciam a execução de um mundo mais justo e solidário (T19:8)(T22:3)(T14:7)(Machado, 2015; Marton, 2005; Severo, 2013).

*Por um motivo maior, e talvez em parceria com Ilya Prigogine (2001), aposto nessas novas gerações na esperança de que, aprendendo com os erros e acertos cometidos pelas gerações anteriores sejam capazes de criar suas próprias possibilidades futuras no planeta e, ao mesmo tempo, repetir os gestos éticos e estéticos que souberam dignificar e embelezar a vida humana, impregnados do padrão da natureza e de sua lógica, com uma “ecologia das idéias”.* (T22:3)(Marton, 2005, p. 175)

---

<sup>47</sup> A entropia é, por si mesma, irreversível: move as coisas em uma única direção. Uma vez na estrada entrópica, você não pode voltar para casa (Porush, 1991). Uma vez que sistemas reversíveis apresentam variação de entropia nula e os sistemas irreversíveis produzem entropia, Prigogine acredita que o aumento da entropia indica a direção do futuro (Massoni, 2008). Assumindo que a entropia continua aumentando à medida que os processos avançam e que a energia dissipada nunca pode ser recuperada, Prigogine acredita que esse sentido em direção a uma entropia sempre crescente é o que a fundamenta, caracteriza e possibilita a flecha do tempo (Capra, 2010).

Tão grande era a preocupação de Prigogine com a humanidade que sua principal teoria, a teoria das estruturas dissipativas, parece se referir também ao ser humano e à nossa sociedade enquanto tratados como sistemas abertos. Trabalhos deste *corpus*, inclusive, acreditam na pertinência da teoria das estruturas dissipativas para a abordagem das estruturações das interações humanas. A ideia é que, nas interações humanas, nossas ações se assemelham às bifurcações sucessivas longe do equilíbrio. São esses processos distantes do equilíbrio que revelam a principal marca da natureza e, conseqüentemente, da humanidade: a criatividade para se auto-organizar, trazendo, a partir do caos, uma nova ordem (T24:2)(T15:5)(T5:10) (Chicolami, 2004; Ferreira, 2002; Rupolo, 2000).

*[3] Os conceitos termodinâmicos e o constructo filosófico de Prigogine como ferramentas nos trabalhos de Educação de Ciências*

Constatamos que os trabalhos que compõem o *corpus* desta investigação fazem substancial uso da teoria prigoginiana, que é mais voltada para o desenvolvimento da termodinâmica. Nesse contexto, Prigogine é chamado para apresentar os seus conceitos desenvolvidos pelo *pensamento-Prigogine* e para discutir a sua teoria. Exemplos de fragmentos retirados dos trabalhos são apresentados a seguir:

*Numa explicação que consideramos genial, Prigogine afirma que a análise das partículas individuais não registra que estas possam ser sólidas ou líquidas. As fases só são reconhecidas como propriedades do conjunto das partículas. "A existência das transições de fase traduz, portanto, uma propriedade emergente, irreduzível a uma descrição em termos de comportamentos individuais", afirma o físico (1996: 47). (T15:18)(Ferreira, 2002, p. 414)*

*O diagrama de bifurcações [descrito por Prigogine] indica que a partir de uma certa distância do equilíbrio termodinâmico, várias possibilidades de estados são abertas ao sistema a depender das flutuações que efetivamente desestabilizam o sistema instável e se amplificam até realizar um dos estados macroscópicos possíveis. A matéria passa a decidir, torna-se ativa nas explorações dos caminhos possíveis – as bifurcações – para criar novas coerências denominadas estruturas complexas. (T17:32)(Araújo, 2009, p. 102)*

*Foi somente na década de 70, com o auxílio da ‘nova matemática’ (teoria dos sistemas dinâmicos ou nova matemática da complexidade), que Ilya Prigogine amplia os limites da termodinâmica de tendência ao equilíbrio, para além da ordem e desordem clássicas e desenvolve as idéias de Bertalanffy através da auto-regulação de ‘estruturas dissipativas’. A teoria das ‘estruturas dissipativas’ é uma descrição dos ‘sistemas auto-organizadores’ feita a partir do estudo de sistemas físicos e químicos. (T5:10)(Rupolo, 2000, p. 50)*

*As transformações da natureza são marcadas pela dinâmica dos “sistemas longe do equilíbrio”, como apontam os estudos de Ilya Prigogine, prêmio Nobel de Química em 1977. O surgimento do novo, da novidade e da inovação nos sistemas naturais nos expõe uma face da realidade nunca inteiramente determinada e pronta, mas em constante construção (Prigogine, 2009). (T14:2)(Severo, 2013, p. 17)*

Diferentemente do que esperávamos no início desta pesquisa, a larga utilização da obra prigoginiana voltada para o desenvolvimento da termodinâmica não fez com que as contribuições epistemológicas de Prigogine fossem negligenciadas. De fato, a pertinência das contribuições de Prigogine para o desenvolvimento da termodinâmica é inquestionável e não há por que os trabalhos aqui analisados não fazerem uso delas, uma vez que esses mesmos trabalhos também conversam com as ideias filosóficas de Prigogine.

A obra prigoginiana parece ser um referencial teórico que serve aos autores em duas direções distintas: um referencial que conversa com as duas culturas. Por isso, a utilização de uma perspectiva não anula ou interfere na utilização da outra. Mais uma vez, fica ratificado que Prigogine foi autor transdisciplinar, que além de advogar em favor de uma mesma linguagem para as duas culturas, aplicou esse pressuposto em sua própria obra.

Mais do que não haver competição entre as duas frentes seguidas por Prigogine, acreditamos que os autores que o conheceram por suas pesquisas em termodinâmica, também tiveram a oportunidade de ter acesso ao seu potencial filosófico. Essa situação é bastante positiva, pois amplia a utilização da epistemologia prigoginiana, a levando a espaços onde talvez não fossem ser considerados como aspectos filosóficos para a elaboração de pesquisas.

Também identificamos a utilização da obra prigoginiana para subsidiar informações históricas sobre o desenvolvimento da ciência, como mostram os fragmentos a seguir:

*[...] apresentamos um histórico dos paradigmas da ciência, desde a antiguidade, passando pela Idade Média e concentrando-se na Revolução Científica e na Física moderna, sendo essas análises fundamentadas em autores como Capra (1997), Heisenberg (1999), Moraes (2012) e Prigogine (2002). (T19:3)(Machado, 2015, p. 8)*

*Segundo Prigogine (1996), o conceito de clinamen foi introduzido na história do pensamento na Grécia antiga, por Epicuro, que via as problemáticas das ciências, a inteligibilidade da natureza e o futuro da humanidade como questões inseparáveis. (T17:31)(Araujo, 2009, p. 42)*

*O modelo de universo descrito por Newton e que vem se sucedendo por séculos é “regido por leis da natureza, reversíveis e deterministas, que levaram seus sucessores a um determinismo cada vez mais geral e universal. Tudo estaria programado desde a origem do mundo”. (Prigogine, 2002, p. 22). (T21:14)(Martins, 2009, p. 86)*

A utilização do referencial prigoginiano como aporte para a apresentação de informações acerca da História da Ciência nos parece fazer sentido, pois Prigogine dedica considerável parte de sua obra, principalmente no livro *A Nova Aliança* (1991), à discussão da construção da ciência, em especial no que tange aos paradigmas. Uma análise mais detalhada da obra prigoginiana mostra, sem muita dificuldade, que os dados apresentados por Prigogine (1991) que resvalam na História da Ciência são bastante densos, apresentados com posicionamento crítico e rico em detalhes.

Visualizar que os pesquisadores de Educação em Ciências estão utilizando a construção histórica descrita por Prigogine em seus trabalhos, para discutir os princípios da construção da Ciência, nos entusiasma, pois demonstrava a potencialidade do pensamento de Prigogine como pensador sobre a ciência. Apesar de nunca ter se intitulado como filósofo, como já foi comentado, entendemos a obra de Prigogine como tendo a relevância do constructo teórico de um verdadeiro epistemólogo.

Os trabalhos aqui analisados reforçam nossa perspectiva quanto à pertinência do pensamento-Prigogine para discutir questões que vão muito além do campo da termodinâmica. E isso é evidenciado quando os trabalhos do nosso *corpus* de investigação apresentam um diálogo e uma utilização da obra prigoginiana com importantes referenciais de áreas distintas ao campo das ciências naturais. Essa constatação pode ser visualizada por meio dos fragmentos apresentados na sequência:

*Nas décadas de 1970 e 1980, explicita Capra (1996, p. 80), essas ideias foram aprimoradas por vários pesquisadores como Ilya Prigogine e Humberto Maturana que compartilham certas características chave [...]. (T20:17)(Klammer, 2012, p. 186)*

*Todavia, argumenta Capra (1996), que a primeira e talvez a mais influente descrição sobre auto-organização, foi a teoria das “estruturas dissipativas” desenvolvida por Prigogine. (T20:21)(Klammer, 2012, p. 187)*

*Para Morin (2004b, p. 199) se a ordem organizacional pode surgir em condições vizinhas de turbulência – um fenômeno altamente estruturado, em que milhões e milhões de partículas se perseguem num movimento extremamente coerente (PRIGOGINE, 1988, p. 49) –, processos desordenados podem surgir a partir de estados iniciais deterministas. (T17:49)(Araújo, 2009, p. 46)*

*Se, na sua proposta de antinomia entre temporalidade e reversibilidade lógica, há uma concordância com Piaget (para quem a flecha do tempo é uma marca da impossibilidade lógica na vida social), a ideia de Prigogine, segundo a qual o irreversível propicia a ordem instável, é uma novidade em relação às análises piagetianas. (T15:14)(Ferreira, 2002, p. 417)*

*Singulares, porém, complementares, as ideias de Nicolescu e Prigogine convergem neste ponto. Sobre as múltiplas possibilidades de religação entre os saberes, Prigogine (2009) defende que as propriedades intrínsecas da matéria são arcaicas, ou seja, são permanentes e presentes, repercutidas em várias estruturas, das rochas aos seres vivos. (T14:13)(Severo, 2013, p. 122)*

*Na medida em que Bellmer propõe a reversibilidade do corpo como a assunção de novas posições para seus órgãos, aproxima-se do conceito de irreversibilidade trabalhado por Prigogine, já que tais órgãos não retornaram às posições clássicas. (T9:15)(Bezerra, 2013, p.141)*

*Primeiramente, vamos a um diálogo com Prigogine para, a seguir, construirmos alguns atravessamentos com Bergson, trazendo uma nova perspectiva com relação ao universo material que as atuais teorias dos sistemas complexos permitem pensar. (T21:36)(Martins, 2009, p.201)*

Esses fragmentos nos mostram que os autores visualizaram pertinência na obra prigoginiana para colocá-la em diálogo com importantes pensadores do campo das Ciências Sociais. No campo da Filosofia, Prigogine é frequentemente colocado em interlocução com Morin e Bergson. O diálogo da obra prigoginiana com esses dois filósofos é recorrente, pois Prigogine se inspirou em Bergson para construir sua pesquisa e Morin usa os conceitos de Prigogine para construir a sua teoria da complexidade (Earley, 2006; Morin, 1990).

Prigogine também é colocado em contato com outros autores que possuem formação em alguma das Ciências Naturais, mas que, em contrapartida, já possuem pertinência consolidada na discussão de assuntos epistemológicos. Estamos tratando, no que se refere ao *corpus* desta investigação, de Capra, Maturana e Nicolescu. Por outro lado, a motivação da proposição da interlocução da obra prigoginiana com cada um desses pensadores apresenta diferenças.

Assim como Morin, Capra (2010) naturalmente dialoga com Prigogine, pois ele também utilizou os conceitos elaborados por Prigogine para elaborar a sua própria teoria (T20:17). Já

Maturana (1997) é comumente discutido junto a Prigogine por também ter desenvolvido uma teoria de auto-organização: a teoria da Autopiese (T20:17). Quanto a Nicolescu (2005), ele se alinha ao *pensamento-Prigogine* ao também advogar em favor de uma reconciliação transdisciplinar entre as ciências e as humanidades (T14:8).

Talvez o entrelaçamento mais inusitado da obra prigoginiana, vista nesta investigação seja com Bellmer, importante fotógrafo, escultor, escritor e pintor associado ao movimento surrealista (Bezerra, 2013). O que coloca Prigogine em contato com Bellmer é o posicionamento convergente quanto à irreversibilidade (T9:15).

Os diálogos especificamente direcionados ao campo de Educação em Ciências são os que acontecem entre Prigogine e Morin – um dos propositores da reforma da educação em bases transdisciplinares – e entre Prigogine e Piaget – um dos mais tradicionais e influentes nomes no campo educacional e propositor do princípio da reequilibração cognitiva no desenvolvimento humano. Para nós, esses diálogos são indiscutivelmente relevantes e necessários; por outro lado, gostaríamos de fazer alguns apontamentos importantes para o enriquecimento da Educação em Ciências por meio da utilização do *pensamento-Prigogine*.

O primeiro ponto que levantamos é que Prigogine foi um dos referenciais que influenciou a obra piagetiana; por outro lado, a utilização do referencial prigoginiano por Piaget está relacionada às contribuições de Prigogine à termodinâmica de processos irreversíveis. Piaget utiliza os conceitos termodinâmicos elaborados por Prigogine para discutir a questão do equilíbrio cognitivo (T15:23)(T15:10)(T15:6)(Ferreira, 2002). Reiteramos que a utilização da obra prigoginiana na construção de teoria do campo educacional é extremamente importante, mas também acreditamos que o *pensamento-Prigogine* tem pertinência para romper essa barreira e ser utilizado também como referencial epistemológico para a construção de trabalhos no campo de Educação em Ciências, como outras áreas já o fazem, como a Psicologia e a Sociologia, por exemplo.

Os trabalhos que entrelaçam o constructo teórico de Prigogine com o de Morin, por exemplo, rompem essa barreira e já utilizam o *pensamento-Prigogine* para além da analogia com os seus conceitos termodinâmicos (T17:8). Apesar de Morin (1990) também fazer uso dos conceitos termodinâmicos de Prigogine, ele utiliza as proposições epistemológicas do *pensamento-Prigogine* para discutir a complexidade. Entendemos, dessa forma, que, ao se trazer a discussão epistemológica de Prigogine para as pesquisas da Educação em Ciências, poderemos abrir novas perspectivas em nossa área. Porém, para isso, precisamos levar Prigogine para além de seus conceitos termodinâmicos e dar relevância a sua construção e

contribuição filosófica.

O segundo ponto que nos chama a atenção é que, nos trabalhos do campo educacional, Prigogine é frequentemente *triangulado* com Morin em um contexto de pensamento complexo, e poucas são as pesquisas que apostam em outras interlocuções diferentes desta. Quantas outras bifurcações também são possíveis de serem feitas com a obra prigoginiana dentro da área de Educação em Ciências? Quantas oportunidades estamos perdendo ao isolar o *pensamento-Prigogine* à discussão da complexidade?

Acreditamos que seja o momento de colocar Prigogine em diálogo com outros referenciais em nossas pesquisas. Acreditamos também que seja possível fazer emergir o novo e descobrir diferentes caminhos frutíferos, utilizando o constructo filosófico prigoginiano como ferramenta nos trabalhos de Educação em Ciências. Esperamos que, assim como Prigogine, nós também consigamos fazer das nossas investigações, pesquisas transdisciplinares.

*[4] A contribuição efetiva do referencial prigoginiano na Educação em Ciências*

Nesta categoria são apresentadas as relações entre perspectivas, a ratificação de argumentos e a construção de novas propostas na Educação em Ciências a partir da utilização do referencial prigoginiano nos trabalhos que compõem o *corpus* desta investigação. Em primeira instância, visualizamos que parte dos trabalhos expressa abertamente a utilização da obra prigoginiana no desenvolvimento de suas discussões relacionadas à educação. Os fragmentos apresentados na sequência ilustram esta afirmação.

*As linhas de tensionamento para pensar a invenção em educação, e, mais especificamente, a invenção na sala de aula e na formação de professores foram estudadas, para esta tese, a partir das produções filosóficas de Bergson, Deleuze e Guattari, e científicas com Prigogine. (T21:11)(Martins, 2009, p. 11)*

*Objetivou-se caracterizar as práticas docentes, suas relações com o perfil profissional formado e com os objetivos do curso. Utilizaram-se estudos de Lévy (1995), Doll (1997), Etges (1999), Prigogine (1996), Foerster (1996), entre outros teóricos, para análise da prática docente. (T12:1)(Paludo, 2001, p. 7)*

*Do ponto de vista dos saberes científicos, farei um mapeamento das proposições curriculares dos cursos de ciências biológicas mais significativos no Brasil e, posteriormente, lançarei mão de um diálogo com autores que discutem a natureza a partir de campos diferenciados, como o físico Ilya Prigogine, o biólogo Henri Atlan, o filósofo Bruno Latour e o químico Basarab Nicolescu. (T14:15)(Severo, 2013, p.24)*

*A relação entre ignorância, aprendizagem e criação compõem um cenário instigante para refletirmos sobre educação e ciência. Para dar luz a essa reflexão partimos das proposições de Ilya Prigogine, para quem a arte é a metáfora que representa a ciência no século XX [...]. (T9:19)(Bezerra, 2013, p. 11)*

A utilização do *pensamento-Prigogine* para o desenvolvimento de discussões relacionadas especificamente à Educação difere da situação em que a obra prigoginiana é utilizada somente para fundamentar a construção dos trabalhos de campo de Educação em Ciências. O que os fragmentos anteriores nos revelam é que Prigogine foi colocado em contato com discussões que também são o foco de nossa área, como por exemplo, a formação de professores. Essa constatação é bastante interessante para nós, já que abre perspectivas para a inserção da obra prigoginiana como referencial epistemológico para as discussões que ocorrem na área de Educação em Ciências.

De maneira semelhante à relatada anteriormente, porém com análises mais pontuais, os conceitos criados ou recorrentes na obra de Prigogine também foram postos em contato com conceitos e conteúdos do campo educacional. Gilstrap (2007) vê coerência nessa atitude, pois, para este pesquisador, ao compreendermos as teorias de Prigogine, podemos construir não só metáforas sobre a experiência humana, mas também sobre os processos educativos. Nesse sentido, ao fazer a extrapolação da utilização da teoria prigoginiana da área da Educação para a área da Educação em Ciências no que tange ao nosso *corpus* de trabalhos, conseguimos esquematizar os conceitos prigoginianos e os assuntos com os quais eles foram relacionados, por meio do Quadro 3.

Quadro 3. Conceitos prigoginianos relacionados aos conteúdos do campo da Educação em Ciências

<i>Conceito prigoginiano</i>	<i>Autor, ano</i>	<i>Conteúdo do campo da Educação em Ciências</i>
Bifurcação	Marton, 2008	Música
Bifurcação / Incerteza	Rupolo, 2000	Educação
Bifurcação	Ferreira, 2002	Interações discursivas
Bifurcação	Martins, 2009	Práticas pedagógicas

<i>Conceito prigoginiano</i>	<i>Autor, ano</i>	<i>Conteúdo do campo da Educação em Ciências</i>
Bifurcação / Flutuação	Bezerra, 2013	Ciências da complexidade / Educação
Flutuação	Marton, 2008	Estrutura musical /Ciências da complexidade
Estruturas dissipativas	Rupolo, 2000	Processos Cognitivos
Estruturas dissipativas	Machado, 2015	Desafios no ensino
Estruturas dissipativas	Klammer, 2012	Sala de aula universitária
Estruturas auto-organizativas	Araújo, 2009	Processo de criação textual
Auto-organização	Klammer, 2012	Formação de professores
Acoplamento	Ferreira, 2002	Processo de comunicação
Equilíbrio das trocas	Ferreira, 2002	Interações discursivas
Zonas de instabilidade	Ferreira, 2002	Interações discursivas
Determinismo / Imprevisibilidade	Martins, 2009	Pedagogia
Tempo criativo	Marton, 2008	Música
Sistemas caóticos	Araujo, 2009	Ecosofia Virtual

Fonte: Criado pelo autor.

Ao analisar o Quadro 3, percebemos que diversos conceitos prigoginianos foram colocados em contato com variados assuntos relacionados, direta ou indiretamente ao campo educacional. Longe de pretender uma análise quantitativa, percebemos que o conceito mais utilizado pelos autores foi o de bifurcação, sendo computado cinco vezes. Vale mencionar que o conceito de estruturas dissipativas apareceu três vezes, enquanto os conceitos de flutuação e auto-organização também apresentam destaque ao aparecer duas vezes, cada um. Não nos demoraremos neste tópico, pois não é objetivo desta pesquisa, mas acreditamos que os conceitos elencados no Quadro 3, e principalmente os que destacamos, de fato abrem um leque de oportunidades para auxiliar a repensar os processos educativos.

Também percebemos que o referencial prigoginiano foi utilizado por alguns autores como ferramenta para ratificar suas discussões em campos educacionais. A seguir apresentamos alguns exemplos em que notamos essa tendência:

*Talvez possamos escolher entre duas opções como educadores e como biólogos. Ou reafirmar os nós e os pontos de estrangulamento da criatividade e de uma ciência aberta, ou, como Prigogine, procurar razões para o otimismo. Escolho a segunda via. (T14:15)(Severo, 2013, p.130)*

*No entanto, evoquei um princípio de criação, uma poéticogênese com base na teoria da termodinâmica longe do equilíbrio de Prigogine, que permite mostrar o prototexto ser natural em suas propriedades e operações com os laços narrativo-históricos entre Física e Literatura desde a formação das primeiras moléculas no microcosmo. (T17:17)(Araújo, 2009, p. 96)*

A utilização do *pensamento-Prigogine* como ferramenta para corroborar discussões em campos educacionais indica, mais uma vez, o quão pertinente é a obra prigoginiana para além do campo termodinâmico, chegando a ecoar, também, no campo de Educação em Ciências. Quando vemos Prigogine ser utilizado como figura de referência para consolidar pensamentos no campo educacional, ficamos inquietos e nos questionamos: o que falta para estreitarmos esses laços e trazer Prigogine, efetivamente, como referencial epistemológico para a Educação em Ciências? Quando Prigogine assumirá a posição de referencial para a elaboração de teorias dentro das pesquisas em Educação em Ciências? Talvez já tenhamos as prerrogativas para isso!

Dentro do *corpus* deste trabalho encontramos somente três investigações que elaboraram suas propostas teóricas para o campo de Educação em Ciências diretamente a partir do referencial prigoginiano. Os fragmentos em que os autores expõem essa informação são apresentados a seguir:

*[...] faremos uma discussão a partir dos conceitos de instabilidade, bifurcação e a descoberta do tempo irreversível de Ilya Prigogine e do tempo-invenção de H. Bergson. [...] retomaremos essas teorias e esses conceitos para propor a construção de um diagrama de linhas e fluxos: "diagrama das interveRsões". (T21:22)(Martins, 2009, p. 145)*

*Referenciados em Piaget e Prigogine, criamos um quadro de análise para a compreensão da dinâmica das trocas. Recuperamos para a comunicação, a discussão da entropia e da incerteza, numa perspectiva diversa da sugerida pela Teoria da Informação. (T15:25)(Ferreira, 2002, p. 464)*

*A Ecosofia Virtual é criada a partir de um plano determinável, que é constituído pelo agenciamento/interação com outros conceitos e que também leva à criação de novos conceitos, tecendo uma trama aberta e complexa. Suas redes foram constituídas no devir do plano que proporciona pensar a interdependência entre a visão sistêmica, caótica, rizomática e complexa do mundo, na interação com os conceitos criados por Morin, Capra, Prigogine, Maturana, Varela, Espinosa, Nietzsche, Bachelard, Deleuze, Guattari e Lévy, dentre outros. (T8:1)(Araujo, 2009, p. 47)*

Apesar de três pesquisas não parecer uma quantidade substancial, e estatisticamente realmente não o é, essas investigações têm pertinência, pois servem, para nós, como prerrogativas (T15:25)(T21:22)(T8:1). Esses trabalhos mostram a possibilidade, na prática, da

utilização do *pensamento-Prigogine* para a elaboração de propostas no campo educacional.

Baseados nisto, esperamos que seja mais frequente a realização de pesquisas que utilizem o referencial prigoginiano especificamente como referencial teórico para elaboração de propostas no campo de Educação em Ciências. Os benefícios dessa utilização já podem ser evidenciados em outras áreas que abraçaram o referencial prigoginiano e/ou se depararam com novas problemáticas ou descobriram novas perspectivas para a discussão de antigas problemáticas.

Ainda que não seja o intuito desta investigação, nos antecipamos em anunciar que a principal contribuição de Prigogine para o campo da Educação em Ciências é o seu potencial de reinterpretção de temáticas já discutidas – mas que precisam ser revisitadas - por meio de uma nova leitura de mundo. E essa nova leitura não mais permite que o mundo seja enxergado com as lentes simplistas do paradigma newtoniano. O pensamento-Prigogine ao propor uma revisão dos fundamentos da ciência clássica, acaba por sugerir que as discussões que foram influenciadas e abarcadas pela irreversibilidade sejam revisitadas também no campo da Educação em Ciências.

Almeida (2014) aponta a *construção do conhecimento, a importância da história para a construção do conhecimento e a problematização do conceito e do progresso científico* como alguns exemplos de temáticas que são próprias do campo da Educação em Ciências e que podem ser reanalisadas utilizando, como uma possibilidade, as lentes prigogianas.

Ao visitar essas problemáticas, o pensamento-Prigogine agora as compreende como partes integrantes de um mundo complexo. Um mundo que aceita a irreversibilidade dos fenômenos por meio da *Nova Aliança*<sup>48</sup>. E é através da incorporação dessa *Nova Aliança* nas discussões que permeiam o ato de ensinar Ciências que Prigogine será oportunizado a contribuir epistemologicamente com o campo da Educação em Ciências.

Porém, para que a obra prigoginiana emerja na Educação em Ciências é preciso que nós, pesquisadores, nos neguemos a nos pautar apenas segundo pressupostos conservadores da academia. O referencial prigoginiano é ocasionalmente criticado no campo das Ciências Naturais por questionar teorias já cristalizadas no meio científico (Bricmont, 1995; Novaes,

---

<sup>48</sup> Prigogine (1991) propõe uma nova relação entre o ser humano e a natureza, que ele intitulava de *Nova Aliança*. Nessa *Nova Aliança* o homem é chamado a fazer um tratado de respeito mútuo que com a natureza. Com a proposta de *A Nova Aliança*, Prigogine coloca em questão a pertinência ética da ciência e discute a inviabilização de segregação entre ciências humanas, ciências da vida e ciências da natureza. Dessa forma, as ideias prigoginianas, ao visarem para a consolidação da *Nova Aliança* - responsável pelo entrelaçamento entre cultura científica e cultura humanística - também abarcaram aspectos éticos do trabalho científico.

2010). Reafirmar a tradicional corrente que afirma que o tempo é reversível (isto é, que as leis da Física são igualmente válidas para o tempo positivo e negativo) fez com que o *pensamento-Prigogine* fosse subestimado ou até subjugado pela parcela mais conservadora da academia. Contudo, como já afirmara Prigogine, nós não precisamos seguir os erros do passado; podemos escolher diferentes caminhos dos que nos são apresentados.

Levamos também a hipótese de que talvez falte mais divulgação do conteúdo, pertinência e originalidade do referencial prigoginiano para que a comunidade científica de Educação em Ciências conheça, analise e, possivelmente, trabalhe com a obra prigoginiana. Esta pesquisa é um dos vários passos necessários para que nós, pesquisadores em Educação em Ciências, sejamos instigados a levar o universo-Prigogine para nossas investigações.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tomando como base os resultados da nossa revisão de teses e dissertações, constatamos que não existem pesquisas no campo de Educação em Ciências que tragam explicitamente a obra prigoginiana como objeto de estudo. Essa mesma tendência é observada em nível nacional, independentemente da área de pesquisa. Observamos também que o número de trabalhos que utilizam o pensamento-Prigogine como referencial teórico na Educação em Ciências é pouco representativo, dada a dimensão que a área possui na atualidade. Mais que isso, nossos resultados apontam para o desuso da teoria prigoginiana em nossa área. Estes achados, oriundos da nossa análise documental, vão ao encontro da hipótese inicial de que o constructo teórico de Prigogine é pouco, ou quase nada, aproveitado na Educação em Ciências.

Por outro lado, a constatação da pouca utilização da obra prigoginiana, aliada à pertinência da discussão levantada e aprofundada por Prigogine, apresenta-se como uma lacuna e nos direciona para uma nova demanda no campo de Educação em Ciências. Visualizamos que a Filosofia e a História, áreas que historicamente contribuem para a consolidação do campo de Educação em Ciências no Brasil, já possuem pesquisas que se dedicaram ao descortinamento do pensamento-Prigogine. Essa talvez seja a primeira e mais substancial prerrogativa para a utilização do autor como referencial teórico também em nossa área.

Quanto ao processo de análise textual discursiva (ATD) aplicada ao *corpus* desta investigação, dela emergiram quatro categorias finais: [1] Prigogine, o tempo criativo e a escuta sensível da natureza: metáforas e analogias para a unificação das duas culturas; [2] Prigogine e a construção do paradigma da complexidade - o posicionamento do ser humano no mundo; [3]

Os conceitos termodinâmicos e o constructo filosófico de Prigogine como ferramentas nos trabalhos de Educação em Ciências; [4] A contribuição efetiva do referencial prigoginiano na Educação em Ciências. Destacamos que as categorias [1] e [2] carregam uma perspectiva mais filosófica em sua composição, ao passo que as categorias [3] e [4] se atêm à discussão da localização do referencial prigoginiano nas estruturas das pesquisas.

Da categoria [1], depreendemos que os trabalhos do campo de Educação em Ciências que utilizam o referencial prigoginiano em sua elaboração, o fazem evocando a escuta (sensível)(poética)(artística) da (ciência)(natureza)(universo) proposta por Prigogine. Nessas pesquisas, é possível perceber que o constructo teórico prigoginiano contribui com analogias e metáforas que favorecem o entrelaçamento do campo de Educação em Ciências com as diferentes áreas do saber. Enfatizamos que o tempo criativo é tomado como a coluna vertebral da epistemologia prigoginiana nessas investigações.

A categoria [2] advoga em favor da construção de uma nova ciência à luz do Pensamento Prigogine. Nessa categoria, apresentamos como os trabalhos do campo de Educação em Ciências se apropriam da ideia prigoginiana de necessidade de desconstrução do mundo autômato imposto pelo paradigma cartesiano-newtoniano. Os trabalhos salientam que a desconstrução é proposta em torno de conceitos elaborados por Prigogine, tais como flecha do tempo e estruturas dissipativas. Destacando o comprometimento de Prigogine com a construção do paradigma da complexidade, os trabalhos evidenciam a necessidade de compreender a multiplicidade criativa do mundo real. A categoria [2] conclui que a proposta prigoginiana do fim das certezas é fundamental para que o ser humano seja posicionado no mundo.

No que tange à categoria [3], esta se preocupa, num primeiro momento, em apresentar como o referencial prigoginiano mais voltado à termodinâmica dialoga com os trabalhos do Campo de Educação em Ciências. Percebemos que a ampla utilização da obra prigoginiana direcionada ao desenvolvimento da termodinâmica não fez com que as contribuições epistemológicas de Prigogine fossem negligenciadas pelos trabalhos analisados. Num segundo momento, os trabalhos da categoria [3] se atêm a refletir sobre o diálogo e a utilização da obra prigoginiana por referenciais de diferentes áreas. A discussão nos revela que o referencial prigoginiano tem pertinência para discutir questões que vão muito além do campo da termodinâmica, especialmente as do campo de Educação em Ciências. A categoria [3] nos alerta que é momento de colocar Prigogine para dialogar com novos referenciais da área de Educação em Ciências.

Finalmente, quanto à categoria [4], ela se encarrega de localizar a contribuição efetiva

que o referencial prigoginiano já trouxe para a Educação em Ciências. Tomando como base nosso *corpus* de investigação, esta categoria apresenta as relações feitas pelos autores entre os conceitos prigoginianos e os assuntos do campo de Educação em Ciências. Também são apresentados os momentos que os autores utilizam do pensamento-Prigogine para corroborar suas discussões no campo educacional. Por fim, a categoria [4] mostra que a obra Prigoginiana já foi utilizada para a construção de novas propostas em nossa área. Apesar dessas últimas não aparecerem em quantidade substancial, consideramos que as investigações têm elevada pertinência, pois elas servem, para nós, como prerrogativas.

Por fim, esta pesquisa tem o intuito de mostrar que a epistemologia prigoginiana é construída sob a necessidade da relação entre o ser humano e a natureza, entre o ser humano e a ciência. Compreendemos que essas alianças são urgentes para a consolidação da nossa área. Consideramos, desta forma, que esta pesquisa é relevante para nossa área, pois contribui para o estabelecimento de um novo *corpus* teórico para o contexto da Educação em Ciências. Esperamos que esta pesquisa possa contribuir para que a visão de ciência de Prigogine seja mais conhecida, e utilizada, e se torne uma contribuição efetiva à área de Educação em Ciências.

A fim de possibilitar novas perspectivas de pesquisa ou mesmo revisitar problemáticas já discutidas na área de Educação em Ciências, consideramos indispensável a construção de trabalhos que compreendam o pensamento-Prigogine e o aplique nas mais diferentes linhas de pesquisa da Educação em Ciências.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. S. (2009). **Sonhos no dever das redes do Centro de Educação Ambiental, Ciências e Matemática** (Biblioteca Setorial Sala Verde “Judith Cortesão”) [Tese de Doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande.

ARAÚJO, V. H. (2009). **Protexito, narrativa poética da ciência: Uma estratégia de construção do conhecimento e religião de saberes no ensino da Física**. (Biblioteca Central Zila Mamede (UFRN)) [Tese de Doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

BEZERRA, L. T. P. (2013). **Anagramas do corpo, processos de repetição e representação da condição humana: Um diálogo entre Hans Bellmer e Pina Bausch** (Biblioteca Central Zila Mamede (UFRN)) [Tese de Doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

BIZZO, N. M. V. (2009). **Ciências: Fácil ou difícil?** (1st ed.). Biruta.

BRICMONT, J. (1995). **Science of chaos or chaos in science? Annals of the New York Academy of Sciences**, 775(1), 131–175. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1996.tb23135.x>

BRUMATTI, J. D. (2015). *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação. A Contribuição Da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações Na Disseminação Do Conhecimento Nas Áreas de Humanas e Sociais*, 11(1), 66–77.

CANASTRO, D. S. M. (2010). **Educação, imagem e comunicação multimídia— Comunicação e conhecimento tácito** (Biblioteca PUC/SP) [Dissertação de Mestrado]. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

CAPRA, F. (2010). **A teia da vida: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. Cultrix.

CARNEIRO, C. M. P. (2003). **As idéias de Prigogine sobre irreversibilidade e indeterminação e suas consequências filosóficas** (Biblioteca da FAFICH/UFMG) [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Minas Gerais.

CARVALHO, R. F. (2012a). **Temporalidade e historicidade em Ilya Prigogine** (Biblioteca Central da UFG) [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Goiás.

CARVALHO, R. F. (2012b). **Temporalidade e Historicidade em Ilya Prigogine** [Universidade Federal de Goiás - Faculdade de História - Programa de Pós-graduação em História].

[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/113/o/RODRIGO\\_FRAN%C3%87A\\_CARVALHO.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/113/o/RODRIGO_FRAN%C3%87A_CARVALHO.pdf)

CARVALHO, R. F. (2015). **Além das nuvens e dos relógios: A ideia de ciência de David Bohm e de Ilya Prigogine** (Biblioteca Central da UFG) [Tese de Doutorado]. Universidade Federal de Goiás.

CHICOLAMI, O. C. V. (2004). **O Paradigma Emergente e suas implicações pedagógicas** (Biblioteca Aluísio de Almeida) [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Sorocaba.

DUNAJEW, T. S. (2000). **Procura de Ressonâncias entre Aspectos da Ciência de Ilya Prigogine e aspectos da Filosofia Deleuziana da Diferença** (Biblioteca Central - UNICAMP) [Dissertação de Mestrado]. Universidade Estadual de Campinas.

EARLEY, J. E. (2006). Some philosophical influences on Ilya Prigogine's statistical mechanics. **Foundations of Chemistry**, 8(3), 271–283. <https://doi.org/10.1007/s10698-006-9007-9>

EARLEY, J. E. (2012). Ilya Prigogine (1917-2003). In A. Woody, R. F. Hendry, & P. Needham (Eds.), **Philosophy of chemistry** (First edition, pp. 165–175). Elsevier/NH, North Holland is an imprint of elsevier.

FERREIRA, J. G. (2002). **Campos de significação e conhecimento em dispositivos digitais: Análise das interações discursivas em listas de discussões** (Faculdade de Educação) [Tese de Doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FREIRE, V. P. (2011). **Possibilidades, contextos e limites na construção de um modelo de EAD numa perspectiva sistêmica** (Biblioteca da UNIT) [Dissertação de Mestrado]. Universidade Tiradentes.

GALVÃO, M. C. B., & Ricarte, I. L. M. (2019). Revisão sistemática da literatura:

Conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia Da Informação**, 6(1), 57–73. <https://doi.org/10.21728/logeion.2019v6n1.p57-73>

GILSTRAP, D. L. (2007). Dissipative structures in educational change: Prigogine and the academy. **International Journal of Leadership in Education**, 10(1), 49–69. <https://doi.org/10.1080/13603120600933758>

IBÁÑEZ, E. (2003). Historicidad e irreversibilidad en la concepción prigoginiana y agustiniana del tiempo. **Tópicos. Revista de Filosofía de Santa Fe**, 11, 107–124. <https://doi.org/10.14409/topicos.v0i11.7442>

KLAMMER, C. R. (2012). **Formação continuada para a prática docente no paradigma da complexidade com uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação** (Biblioteca Central da PUCPR) [Tese de Doutorado]. Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

KONDEPUDI, D., PETROSKY, T., & POJMAN, J. A. (2017). Dissipative structures and irreversibility in nature: Celebrating 100th birth anniversary of Ilya Prigogine (1917–2003). **Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science**, 27(10), 104501. <https://doi.org/10.1063/1.5008858>

LORENZETTI, L., & DELIZOICOV, D. (2001). Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, 3(1), 45–61. <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030104>

MACHADO, M. W. M. (2015). **Olhares dos professores de licenciatura em Física: Caminhos para uma prática pedagógica apoiada no Paradigma da Complexidade** (Biblioteca Central da PUCPR) [Dissertação de Mestrado]. Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

MARTINS, M. A. R. (2009). **Projeto Civitas: (Multi)(pli)cidades e as interveRsões do tempo nas práticas pedagógicas do Ensino Fundamental** (Biblioteca Setorial de Educação) [Tese de Doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MARTON, S. L. (2005). **Música, filosofia, formação: Por uma escuta sensível do mundo**. (Biblioteca Setorial do CCSA) [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MARTON, S. L. (2008). **Paisagens sonoras, tempos e autoformação** (Biblioteca Central Zila Mamede (UFRN)) [Tese de Doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MARUANI, J. (2004). Obituary: Ilya Prigogine (1917-2003): Obituary. **International Journal of Quantum Chemistry**, 99(4), 183–184. <https://doi.org/10.1002/qua.20059>

MASSONI, N. T. (2008). Ilya Prigogine: uma contribuição à filosofia da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 30(2), 2308-1-2308–8.

MATURANA, H. R., & GARCIA, F. J. V. (1997). **De máquinas e seres vivos: Autopoiese—A organização do vivo**. Artes Medicas.

MILLAR, D., MILLAR, I., MILLAR, J., & MILLAR, M. (2002). **The Cambridge Dictionary of Scientists**. Cambridge University Press. <http://www.credoreference.com/book/dicscientist>

MORAES, R., & GALIAZZI, M. C. (2006). Análise textual discursiva: Processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação (Bauru)**, 12(1), 117–128. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132006000100009>

MORAES, R., & GALIAZZI, M. C. (2007). **Análise textual: Discursiva**. Editora Unijuí.

MORIN, E. (1990). **Introdução ao pensamento complexo: Vol. 2. ed.** Instituto Piaget.

NARDI, R., & ALMEIDA, M. J. P. M. (2011). Formação Da Área de Ensino de Ciências: Memórias de Pesquisadores No Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 4(1), 90–100.

NICOLESCU, B., & SOUZA, L. P. de. (2005). **O manifesto da transdisciplinaridade**. TRIOM.

NOVAES, M. (2010). Ilya Prigogine: uma visão crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 32(1), 1306-1-1306-4.

PALUDO, C. A. (2001). **A prática pedagógica docente no Curso de Ciências Contábeis da UNOESC - Xanxerê** (Biblioteca Universitária e Arquivo do PPGE) [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Santa Catarina.

PORUSH, D. (1991). Science Fiction Studies. **Prigogine, Chaos, and Contemporary Science Fiction**, 18(3), 367–386.

PRIGOGINE, I. (1980). **From being to becoming: Time and complexity in the physical sciences**. W. H. Freeman.

PRIGOGINE, I. (2000a). **The chaotic universe** (V. G. Gurzadjan, Network Workshop, & International Centre for Relativistic Astrophysics, Eds.). World Scientific. [http://www.icra.it/ICRA\\_Networkshops/INW02\\_Chaos/](http://www.icra.it/ICRA_Networkshops/INW02_Chaos/)

PRIGOGINE, I. (2002a). **As leis do caos**. Unesp.

PRIGOGINE, I. (2002b). **Do ser ao devir—Coleção Nome de Deuses** (1st ed.). Unesp.

PRIGOGINE, I. (2008). **O Nascimento do Tempo**. Edições 70.

PRIGOGINE, I. (2009). **Ciência, Razão e Paixão** (E. de A. Carvalho & M. C. Almeida, Eds.; 2nd ed.). Livraria da Física.

PRIGOGINE, I. (2011). **O fim das certezas: Tempo, caos e as leis da natureza** (2nd ed.). Editora Unesp.

PRIGOGINE, I. (2000b, January 30). Folha de São Paulo. **Carta Para as Futuras Gerações**.

PRIGOGINE, I., & STENGERS, I. (1983). **La Nouvelle alliance: Métamorphose de la science**. Gallimard.

PRIGOGINE, I., & STENGERS, I. (1984). **Order out of chaos: Man's new dialogue with nature**. Bantam Books.

- PRIGOGINE, I., & STENGERS, I. (1988). **Entre le temps et l'éternité**. Fayard.
- PRIGOGINE, I., & STENGERS, I. (1990). **Entre o Tempo e a Eternidade** (1st ed.). Gradiva Publicações.
- PRIGOGINE, I., & STENGERS, I. (1991). **A Nova aliança: A metamorfose da ciência**. Universidade de Brasília.
- PRIGOGINE, I., & STENGERS, I. (1996). **La fin des certitudes: Temps, chaos et les lois de la nature**. Editions O. Jacob.
- RAMOS, C. R., & SILVA, J. A. (2014). A emergência da área de Ensino de Ciências e Matemática da Capes enquanto comunidade científica: um estudo documental. **Investigações em Ensino de Ciências**, 19(2), 363–380.
- REIS, M. K. S. (2014). **Uma Ode ao Livro: A educação, o bibliotecário, uma formação para a vida**. (Biblioteca Central Zila Mamede) [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- ROSA, P. R. S. (2015). **Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino**. Editora da UFMS.
- RUPOLO, N. S. (2000). **O conhecimento, o ensinar e o aprender: Entre o mundo dado e o mundo construído** (Biblioteca Universitária e Arquivo do PPGE) [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Santa Catarina.
- SANTOS, M. C. R. (2010). **Ilya Prigogine: Estabilidade Afastada do Equilíbrio e Irreversibilidade Temporal** (Biblioteca Central da UFG) [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Goiás.
- SCHWARTZMAN, S., & CHRISTOPHE, M. (2009). **A educação em ciências no Brasil**. Instituto do Estudo do Trabalho e Sociedade – IETS. <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-210.pdf>
- SEVERO, T. E. A. (2013). **Formação do Biólogo e compreensão de natureza**. (Biblioteca Central Zila Mamede (UFRN)) [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- SOUSA, R. S. de, & GALIAZZI, M. C. (2018). O jogo da compreensão na análise textual discursiva em pesquisas na educação em ciências: Revisitando quebra-cabeças e mosaicos. **Ciência & Educação (Bauru)**, 24(3), 799–814. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180030016>
- SOUSA, R. S., & GALIAZZI, M. C. (2017). A categoria na análise textual discursiva: Sobre método e sistema em direção à abertura interpretativa. **Revista Pesquisa Qualitativa**, 5(9), 514–538.
- VILLANI, A., DIAS, V. S., & VALADARES, J. M. (2010). The Development of Science Education Research in Brazil and Contributions from the History and Philosophy of Science. **International Journal of Science Education**, 32(7), 907–937. <https://doi.org/10.1080/09500690902855711>

*Permita que eu fale, não as minhas cicatrizes.  
Elas são coadjuvantes, não, melhor, figurantes  
Que nem devia tá aqui.  
Permita que eu fale, não as minhas cicatrizes.  
Tanta dor rouba nossa voz, sabe o que resta de nós?  
Alvos passeando por aí.  
Permita que eu fale, não as minhas cicatrizes.  
Se isso é sobre vivência, me resumir à sobrevivência  
É roubar o pouco de bom que vivi.  
Por fim, permita que eu fale, não as minhas cicatrizes.  
Achar que essas mazelas me definem é o pior dos  
crimes.  
É dar o troféu pro nosso algoz e fazer nós sumir.*

**AmarElo - Emicida, Majur e Pablio Vittar, 2019.**

## APRESENTAÇÃO DO ARTIGO 5

O quinto artigo a integrar esta pesquisa doutoral é intitulado A importância do pertencimento do docente à ciência que ele ensina – uma análise a partir da perspectiva epistemológica prigoginiana e tem a missão de discutir e problematizar os entrelaçamentos entre o pertencimento, a ciência e o docente que ensina essa ciência. A partir da proposição do *modelo ontológico de pertencimento docente*, este artigo entrelaça o pensamento-Prigogine, ao sentimento de pertencimento e à percepção de ciência do docente de ciências, servindo como embasamento teórico para os próximos artigos.

Deixamos claro que não é nossa intenção esgotar este assunto, devido à sua complexidade e extensão. Ao contrário disso, buscamos refletir sobre a importância do sentimento de pertencimento à ciência sentido (ou não) pelo docente, apresentando reflexões que possam servir como suporte teórico para a continuação dessa discussão.

A estrutura deste artigo foi construída a partir das seguintes perguntas: Qual a importância do sentimento de pertencimento para o contexto educacional da área de Educação em Ciências? Qual a interpretação do pertencimento a partir do constructo teórico prigoginiano? Esse pertencimento, tomado como categoria epistemológica, é capaz de influenciar a construção do professor enquanto profissional? Afinal de contas, é importante refletir se o professor se sente pertencido à ciência que ele ensina? E ao refletirmos sobre essas questões, o corpo do artigo foi sendo desenvolvido.

O grande diferencial deste ensaio teórico é que não há na literatura nenhuma proposta como a que apresentamos, ou seja, que problematizasse o pertencimento do docente enquanto categoria ontológica. Com isso, este artigo parece ter um grande fator de inovação, podendo contribuir com as discussões na área de Educação em Ciências, principalmente na fundamentação epistemológica da formação de professores.

Destacamos a relevância deste artigo pois é a partir de suas reflexões que poderemos analisar o nosso objeto de estudo – os modelos de formação profissional de professores proposta por Contreras – tomando o pertencimento como uma categoria. Ainda que em posse apenas da discussão teórica, até a apresentação deste artigo, temos fortes indícios para acreditar que estamos trilhando um caminho frutífero.

Que a leitura deste artigo seja prazerosa e proveitosa!

## A IMPORTÂNCIA DO PERTENCIMENTO DO DOCENTE À CIÊNCIA QUE ELE ENSINA – UMA ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA EPISTEMOLÓGICA PRIGOGINIANA

### RESUMO

Nesta investigação pretendemos, à luz do constructo teórico prigoginiano, propor o modelo ontológico de pertencimento docente a partir da problematização acerca dos possíveis entrelaçamentos entre o pertencimento, o docente e a ciência. Considerando a existência e relevância deste arcabouço teórico de Prigogine e atrelando-o a importância de se discutir o posicionamento do docente no mundo que ele vive, pretendemos neste ensaio teórico refletir sobre seguintes questões: Qual a importância da análise do sentimento de pertencimento para o contexto educacional da área de Educação em Ciências? Qual a interpretação do pertencimento a partir do constructo teórico prigoginiano? Esse pertencimento, tomado como categoria epistemológica, é capaz de influenciar a construção do professor enquanto profissional? Afinal de contas, é importante refletir se o professor se sente pertencido à ciência que ele ensina? Tendo claro que não pretendemos esgotar este assunto, devido sua complexidade e extensão, buscamos nesta investigação apresentar discussões que sirvam como suporte teórico e que propiciem a continuação dessa discussão.

**Palavras-chave:** Educação em Ciências; Ontologia; Pertencer; Formação de professores; Afetividade.

### *THE IMPORTANCE OF THE TEACHER'S BELONGING TO THE SCIENCE HE TEACHES - AN ANALYSIS FROM THE PRIGOGINIAN EPISTEMOLOGICAL PERSPECTIVE*

### ABSTRACT

In this investigation, in light of the prigoginian theoretical construct, we propose the ontological model of teacher belonging based on the problematization of the possible intertwining between belonging, the teacher and science. Considering the existence and relevance of Prigogine's theoretical framework and linking it to the importance of discussing the teacher's position in the world he lives in, we emphasize in this reflective theoretical essay on the following questions: How important is the analysis of the feeling of belonging to the educational context of the area of Science Education? What is the interpretation of belonging based on the Prigoginian theoretical construct? Is this knowledge, taken as an epistemological category, capable of influencing the construction of the teacher as a professional? After all, it is important to reflect on whether the teacher feels a sense of belonging to the science he teaches? Having made it clear that we have not exhausted this subject, due to its complexity and extension, we seek in this investigation to present discussions that serve as theoretical support and that encourage the continuation of this discussion.

**Keywords:** Science Education; Ontology; To belong; Teacher training; Affectivity.

### *LA IMPORTANCIA DEL PERTENECER DEL DOCENTE A LA CIENCIA QUE ENSEÑA: UN ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA EPISTEMOLÓGICA DE PRIGOGINE*

### RESUMEN

En esta investigación, a la luz del constructo teórico prigoginiano, proponemos el modelo ontológico de pertenencia docente a partir de la problematización del posible entrelazamiento entre pertenencia, docente y ciencia. Considerando la existencia y relevancia del marco teórico de Prigogine y vinculándolo a la importancia de discutir la posición del docente en el mundo en el que vive, enfatizamos en este ensayo teórico reflexivo en las siguientes preguntas: ¿Qué importancia tiene el análisis del sentimiento de pertenencia a ¿el contexto educativo del área de Educación en Ciencias? ¿Cuál es la interpretación de pertenencia a partir del constructo teórico prigoginiano? ¿Este conocimiento, tomado como categoría epistemológica, es capaz de influir en la construcción del docente como profesional? Al fin y al cabo, es importante reflexionar si el profesor siente pertenencia a la ciencia que enseña. Habiendo dejado claro que no hemos agotado este tema, debido a su complejidad y extensión, buscamos en esta investigación presentar discusiones que sirvan de sustento teórico y que alienten la continuación de esta discusión.

**Palabras clave:** Educación científica; Ontología; Pertenecer; Formación de profesores; Afectividad.

## INTRODUÇÃO

A Educação em Ciências está cada vez mais ganhando destaque no cenário nacional devido a sua importância para formação de cidadãos autônomos, capazes de tomar decisões e participar ativamente na vida social (Seixas *et al.*, 2017; Krasilchik, 1992). Campos & Campos (2016) atribuem essa relevância à missão da Educação em Ciências, que é possibilitar a compreensão das dimensões históricas, econômicas, ideológicas, políticas, culturais, educacionais dos conteúdos científicos. Estamos então falando de uma educação científica que abandona o tecnicismo e se volta para um projeto de emancipação do ser humano, possibilitando que o aluno se posicione criticamente frente aos problemas que o circundam.

Por outro lado, a realidade escolar brasileira que encontramos hoje é de execução de uma educação científica majoritariamente tecnicista e descompromissada com a sociedade e o meio ambiente (Jesus *et al.*, 2022). Neste cenário, o professor de ciências ganha destaque por ser o responsável não só por apresentar e ensinar o mundo científico aos educandos, mas também por alicerçar a percepção que os alunos terão da ciência. Dada a relevância dos docentes neste processo, é importante que estes executem sua profissão com maestria, compreendendo verdadeiramente o seu papel para o desenvolvimento do cidadão crítico (Pimenta, 2006).

Por outro lado, precisamos também considerar que o professor é um ser em construção histórico-social e que este já possui uma bagagem antes de assumir o papel de docente e mesmo antes de entrar nos cursos de formação de professores (Tardif, 2014). Com isso, a percepção que ele tem da ciência pode não ser a mesma, ou talvez não seja nem mesmo parecida, com

aquela pretendida e apresentada durante sua vivência no curso de formação inicial. Soma-se a isso o fato de que todos nós fomos expostos, desde os nossos primeiros contatos estudantis, a uma ciência que desconsidera a irreversibilidade dos processos, que supervaloriza os sistemas idealizados e que tem pretensão de reduzir o universo a algumas poucas certezas (Prigogine & Stengers, 1991). Temos então um problema de cunho epistemológico; uma incoerência que acreditamos ter potencial de interferir na prática profissional do professor que ensina ciências.

Qual seria o papel do professor num mundo determinístico (aquele proposto pela ciência newtoniana)? Lembrando que, da perspectiva do pensamento-Prigogine, aceitar que vivemos em um mundo determinístico pressupõe concordar que temos papéis mecânico e friamente predeterminados neste mundo. Seríamos, considerando esse contexto, algum tipo de máquinas inferiores, vivendo para um plano superior que não nos foi revelado e ao qual estaríamos inquestionavelmente condicionados (Prigogine & Stengers, 1991).

E é neste contexto que a epistemologia proposta por Prigogine nos ganha a atenção. Segundo Prigogine & Stenger (1990), para que o conhecimento da realidade se concretize é necessária uma verdadeira interação entre sujeito que investiga e o objeto investigado. Assim, os autores deixam claro que não se deve existir oposição entre o mundo descrito e aquele que os descreve. Com isso, o pensamento-Prigogine descarta o posicionamento de que alguma ciência somente é válida se ela fragmentar a natureza, separando o ser humano dela em troca da busca por certezas.

Voltando para a problematização desta pesquisa, temos como sujeito, o docente e como objetos, o universo, a natureza, a ciência. Ressaltamos que essa relação do docente com a ciência, além de não ser estática, caracteriza-se por ser rica em possibilidades. Mais que isso, Prigogine (2009) postula que a ciência é o próprio diálogo do ser humano com a natureza, sendo uma das expressões de nosso tempo e podendo ser considerada – metaforicamente – como um romance da aventura humana. Por tudo isso, não podemos conceber a natureza simplesmente como um dado a ser explorado pelo ser humano e ensinado pelos docentes. Mais que isso, a natureza implica uma construção da qual fazemos parte!

Nesse contexto, apontamos que Prigogine considerava-se um otimista, mostrando ser um verdadeiro humanista inclusive na elaboração de sua proposta filosófica. E foi assim, “já ao fim da sua vida, no ocaso de sua produção, ele chega a levantar o problema de um *pertencimento*, uma nova ordem de *pertencimento* do homem em relação ao mundo” (Santos, 2010, p. 64). Prigogine então se preocupou com a inserção do ser humano na natureza, propondo uma filosofia com abertura para o diálogo com vários conhecimentos (Carvalho,

2012).

Epistemologicamente falando, a filosofia prigoginiana é construída em torno dos conceitos da não-linearidade, irreversibilidade, instabilidade, bifurcação, auto-organização, dissipação, emergência, flutuação, complexidade e criatividade, transitando por vários domínios como a Física, a Química, as Artes, a Política, a Sociologia, a História e a Filosofia. Quanto à intencionalidade, as proposições da epistemologia prigoginiana têm a preocupação de reconectar o homem à sua natureza e à natureza do mundo que ele habita (Prigogine & Stengers, 1991). Podemos então dizer em outras palavras, que Prigogine se preocupou com o problema do pertencimento do ser humano.

Mas se as ciências se modificam, se a humanidade também se transforma; do que se trata então o *pertencer*? Indo mais além, como o ser humano pertence ao mundo? Segundo Sá (2005), refletir sobre a relação entre o ser humano e a natureza é condição necessária para que compreendamos os fundamentos do pertencimento. E uma vez que fazemos parte de um universo, a apropriação desta visão crítica do pertencimento pede também a compreensão dos enraizamentos físico, biológico e cultural (Quintas, 2019).

Dando foco ao enraizamento cultural, compreendemos que as ideias prigoginianas, ao visarem a consolidação da *Nova Aliança* - responsável pelo entrelaçamento entre cultura científica e cultura humanística -, também abarcaram aspectos éticos no trabalho científico e a função política que a ciência tem. Sendo estes dois pontos de importante problematização para a formação de professores e que influenciam diretamente na construção do perfil profissional do professor, principalmente daquele que ensina ciências (Queirós, 2012).

Considerando a existência e a relevância deste arcabouço teórico de Prigogine e o atrelando à importância de se discutir o posicionamento do docente no mundo que ele vive, nos inquietaram as seguintes questões: Qual a importância do sentimento de pertencimento para o contexto educacional da área de Educação em Ciências? Qual a interpretação do pertencimento a partir do constructo teórico prigoginiano? Esse pertencimento, tomado como categoria epistemológica, é capaz de influenciar a construção do professor enquanto profissional? Afinal de contas, é importante refletir se o professor se sente pertencido à ciência que ele ensina?

Nesta investigação – parte constituinte de uma pesquisa doutoral – *apresentaremos a proposta de um modelo ontológico do pertencimento docente construída à luz do constructo teórico prigoginiano e tendo como pano de fundo a Educação em Ciências*. Trilharemos este caminho teórico problematizando e tecendo discussões acerca dos possíveis entrelaçamentos entre o pertencimento, o docente e a ciência. Dito de outra maneira, refletiremos sobre a

influência que o *pertencer* tem no *fazer* docente.

Esta pesquisa se caracteriza como um ensaio teórico, valorizando a natureza reflexiva e interpretativa da discussão científica e valorizando aspectos relacionados às mudanças qualitativas que ocorrem nos objetos ou fenômenos analisados pelos pesquisadores (Meneghetti, 2011). Destacamos a importância desta investigação, pois não encontramos na literatura outro trabalho que problematizasse o pertencimento do docente enquanto categoria epistemológica, conforme elucidamos no artigo já apresentado - *Análises e reflexões sobre a presença do referencial epistemológico prigoginiano nas teses e dissertações da área de Educação em Ciências*<sup>49</sup>. Desta forma, com este artigo pretendemos contribuir com as discussões na área de Educação em Ciências, buscando demonstrar a necessidade de mais pesquisas sobre o pertencimento no campo de formação de professores.

Entendemos que a problemática que levantamos é complexa e que ela envolve também as atmosferas sociopolítica, cultural e psicológica, para além das atmosferas educacional e epistemológica (sendo esta última a nossa aposta). Deixamos claro, no entanto, que não pretendemos esgotar este assunto e nem mesmo dar uma resposta acabada a nenhuma das perguntas aqui levantadas. Diferentemente disso, nosso intuito é, ao menos, iniciar essa discussão, provocando nossos pares e aos outros pesquisadores a também se inquietarem com nossos questionamentos sobre o impacto do pertencimento na vida do docente.

Ainda que esta pesquisa seja um passo modesto, acreditamos que ele é importante, pois, talvez ele seja o primeiro de um longo caminho!

## **1 COMPREENSÃO DO SENTIMENTO DE PERTENCIMENTO**

Neste primeiro momento, vamos caminhar brevemente por momentos e lugares onde a ideia pertencimento esteve presente para que possamos ter noção de sua presença em nossa história e em nosso cotidiano. Não nos demoraremos nessa direção pois este não é o enfoque desta investigação, mas também não achamos justo não trazer essa contextualização em nossa discussão.

A primeira noção de pertencimento que temos vem da filosofia e está relacionada com a ideia de amor-próprio. Para que acontecesse o pertencimento, não se deveria exceder no

---

<sup>49</sup> SOUSA, T. W. A.; QUEIRÓS, W. P. ; PIRES, D. X. Análises e reflexões sobre a presença do referencial epistemológico prigoginiano nas teses e dissertações da área de Educação em Ciências. Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, v. 24, n. e39203, 2022.

cuidado com o próprio eu (Pascal, 2003). Cabe lembrar que esta questão de amor-próprio harmonioso também está presente no segundo mandamento bíblico: "Amarás o teu próximo como a ti mesmo". E assim como no cristianismo, também se pode enxergar a presença do pertencimento em outras religiões como o judaísmo, budismo, hinduísmo e islamismo.

Ribeiro-de-Sousa (2021) nos recorda que as raízes do pertencimento têm relação com um princípio moral utilizado desde a antiguidade e que foi adotado como norma áurea da ética: a reciprocidade. A reciprocidade é um sentimento que diz respeito ao bem-estar da comunidade. Assim, nesta perspectiva, não posso fazer ao outro o que não desejo para mim mesmo. Da mesma forma, em uma balança, o amor-próprio também não deve impedir o amor ao próximo; os dois devem estar em ressonância. Com o passar dos tempos, essa ideia de reciprocidade ganhou força e começou a nortear os pensamentos e as condutas que deveriam guiar a boa convivência (ou não) entre as pessoas.

Quando um indivíduo tem o amor-próprio descompensado, se movimentando em direção oposta à da reciprocidade, temos aqui uma situação problemática, pois este corre o risco de isolamento. Para evitar isso, Aristóteles (2008) orienta que esses excessos de amor-próprio devem ser controlados, priorizando sempre a prática do bem estar social. Essa prática que considera o todo traz consigo o sentimento de pertencimento. Neste sentido, Ribeiro-de-Sousa (2021) nos adverte que “para (bem) pertencer a um grupo (sociedade, humanidade), é preciso saber ou aprender a administrar e a desfrutar, a um só tempo, de bem-estar individual e bem-estar coletivo”.

Já Max Weber utiliza o conceito de “pertencimento” no campo da sociologia ao tratar do modelo de gestão burocrática. Weber (2004) diz que a burocracia, de maneira ampla, objetiva a inclusão do ser, ou seja, objetiva seu pertencimento a grupos, organizações, administrações e ao Estado. Neste contexto, preza-se pelo fluxo racional e eficiente – ideal esse que só é possível através do cultivo contínuo. Karl Marx, por sua vez, rejeita a ideia hegeliana de neutralidade da burocracia, dizendo que esse direcionamento é uma abstração. Marx (2013) não enxerga nenhuma imparcialidade na burocracia, ao contrário disso, essa desconsidera os seres humanos, não lhes oferecendo pertencimento algum.

Arendt (2013), por sua vez, afirma que os estados totalitários que surgiram no cenário do pós Segunda Guerra Mundial não apresentavam apreço pela vida humana, e ao manipulá-la como elemento plástico desapropriaram o pertencimento de seus ideários. Situação essa problemática, pois, segundo Maslow (1987), importante pesquisador do campo da psicologia, o sentimento de pertencimento é condição necessária para que consigamos construir autoestima.

Este autor ainda afirma que a ausência do senso de pertencimento pode acarretar no desenvolvimento de neuroses e no distanciamento da realização pessoal.

Nesta direção, Habermas (2012) diz ser necessário um elo comunicativo entre o liberalismo clássico – que enaltece o indivíduo - e o comunitarismo – que defende o pertencimento em essência. Este autor sugere o diálogo em busca de consenso, possibilitando que todos manifestem suas opiniões em posição de igualdade, propiciando o funcionamento social e a descolonização das mentes.

Baseados nessa contextualização inicial já conseguimos perceber, assim como também afirmam Kachchhap & Horo (2021), que a necessidade de pertencer vai além de simplesmente conhecer ou ser conhecido por outras pessoas. O *Dicionário dos direitos humanos* conceitua pertencimento como “a crença subjetiva numa origem comum que une distintos indivíduos que pensam em si mesmos como membros de uma coletividade na qual símbolos [bandeiras, hinos, patrimônios históricos etc.] expressam valores, medos e aspirações”. Desta forma, o pertencimento engloba acolhimento, proporciona identidade coletiva, fortalece o eu individual e promove o equilíbrio psíquico (Ribeiro-de-Sousa, 2021).

Hagerty *et al.* (1992) definem o senso de pertencimento como a experiência de envolvimento pessoal em um sistema ou ambiente, de modo que as pessoas se sintam parte integrante desse sistema ou ambiente. Ao passo que Pesonen (2016) descreve o senso de pertencimento como a medida em que um indivíduo se sente conectado socialmente, incluído, respeitado, aceito e apoiado pelos outros em diferentes contextos sociais. Enquanto isso, Trinkenreich *et al.* (2023) compreendem a necessidade de pertencer como uma força poderosa, fundamental e pervasiva que possui múltiplos efeitos fortes nos padrões emocionais e nos processos cognitivos em todas as culturas e diferentes tipos de pessoas.

Continuando essa discussão, Ribeiro-de-Sousa (2021, p. 64) descreve o *não pertencimento* como “um sentimento de desenraizamento, de exclusão, de rejeição, de isolamento, o que, em casos extremos, prejudicaria a construção e as funções do ego”. Neste contexto de *despertencimento*, as relações ditas pacíficas entre o indivíduo e os grupos entram em colapso e ameaçam a ordem dos códigos morais, dos pactos sociais e dos ordenamentos jurídicos (Ribeiro-de-Sousa, 2021). Com isso, a ausência do sentimento de pertencimento pode, por vezes, ser prejudicial para o indivíduo (Baumeister, 2012).

O anseio por pertencimento está presente em todos os seres humanos, porém os indivíduos diferem quanto à força e influência destas conexões, por isso, trata-se de uma característica individual. Considerando o pertencimento como um sentimento que é individual,

justifica-se a importância de tratá-lo como uma dimensão disposicional – ou seja, aquela que está relacionada com o ato próprio do sujeito (Gastal & Pilati, 2016). Isto parece fazer sentido uma vez que, na atualidade, a maior parte das teorias que versam sobre o senso de pertencimento são encontradas na psicologia (Pesonen, 2016).

Baumeister (2012) afirma que os seres humanos têm um impulso psicológico inato de pertencer a grupos. Gastal & Pilati (2016) caminham nesta direção e acreditam que mais importante que discutir a existência do pertencimento, seria explorarmos sua força de influência sobre as variáveis psicológicas. Corroboram com esta perspectiva Allen & Bowles (2012) ao afirmarem que os indivíduos que relatam um senso de pertencimento a grupos e redes tendem a apresentar um funcionamento psicológico positivo em uma variedade de campo, incluindo autoestima, autoeficácia e satisfação com a vida.

Neste mesmo sentido, a centralidade do sentimento de pertencimento para o funcionamento psicológico humano também tem implicações para o tratamento de problemas emocionais e comportamentais. Baumeister & Leary (1995) afirmam que grande parte das dificuldades psicológicas das pessoas reflete reações emocionais e comportamentais a ameaças percebidas aos vínculos sociais. Os autores alertam que muitos dos problemas emocionais pelos quais as pessoas procuram ajuda profissional (ansiedade, depressão, luto, solidão, problemas de relacionamento, entre outros) resultam da incapacidade das pessoas de atender às suas necessidades de pertencimento. Tão importante é sua importância para o ser humano que o pertencimento já foi posicionado como uma necessidade humana fundamental e até mesmo como um conceito único de saúde mental (Trinkenreich *et al.*, 2023; Baumeister & Leary; 1995; Hagerty *et al.*, 1992).

Para além da psicologia, o pertencimento também é estudado na sociologia. Segundo Baumeister (2012), a cultura humana é significativamente condicionada pela pressão de fornecer pertencimento. Gastal & Pilati (2016) também atestam que as diferentes culturas e os variados ambientes sociais têm o poder de influenciar na maneira como o pertencimento é construído e em como ele se manifesta. Desta forma, o pertencimento é fundamental para a construção e consolidação da identidade individual e social dos indivíduos. Esses autores também afirmam que indivíduos que possuem o sentimento de pertencimento, apresentam comportamentos socialmente mais desejáveis, resultando na conservação da positividade das relações e dos laços afetivos.

Por tudo o que discutimos até agora, podemos inferir que o pertencimento é um movimento, sendo a própria práxis da identidade, em que o indivíduo constrói e é construído;

planeja e é também o próprio projeto; modifica, sendo modificado (Lestingue, 2004). Concordamos com as definições nessa investigação apresentadas e não vemos necessidade, até então, de propor uma nova conceituação para o pertencimento. Por outro lado, deixamos claro que adotamos e compreendemos o pertencimento como o sentimento que faz com que o indivíduo se identifique com *algo* e se sinta parte desse *algo*, como se esse *algo* fosse a continuação dele próprio, uma extensão de si mesmo.

Sabemos que o pertencimento é comumente estudado na psicologia e na sociologia e enxergamos aqui uma lacuna, uma possibilidade: analisá-lo ontologicamente. E é por isso que, neste trabalho, não objetivamos abordar o pertencimento como enraizamento, ou seja, não será o nosso foco o pertencimento como um sentimento por um espaço territorial e sua realidade política, étnica, social e econômica. Tampouco queremos focar nos aspectos psicológicos do pertencimento (já existem extensas pesquisas que já o fizeram e ainda o fazem). Pretendemos, no entanto, explorar o pertencimento como um sentimento de integração do sujeito a um todo maior. Problematizamos o pertencimento enquanto elo que coloca em contato o ser humano, a natureza e a ciência! Desta forma, consideraremos não apenas a dimensão concreta, mas, e principalmente, as dimensões abstrata e subjetiva, assim como também sugeriu Lestingue (2004). Segundo Quintas (2019), esta vertente de análise do pertencimento tem como objetivo o reconhecimento da inseparabilidade entre o ser humano e a natureza.

Toda essa discussão nos conduziu para a refletir sobre a ontologia do pertencimento e é sobre isso que versa o próximo tópico.

## **2 A ONTOLOGIA DO PERTENCIMENTO**

A ontologia, enquanto ramo da filosofia e parte integrante da metafísica, trata do que é, dos tipos e das estruturas de objetos, propriedades, eventos, processos e relações em todas as áreas da realidade. Dizemos então que ontologia é o estudo filosófico do ser em geral ou daquilo que se aplica de forma neutra a tudo o que é real, fornecendo uma classificação definitiva e exaustiva de entidades em todas as esferas do ser (Smith, 2003). Com isso, é missão para a ontologia responder questões como: que classes de entidades são necessárias para uma descrição e explicação completa de todos os acontecimentos no universo? Que classes de entidades são necessárias para explicar o que torna verdadeiras todas as verdades? Por fim, segundo Smith (2003) a ontologia se ocupa então em dizer o que existe, do que é feita a matéria da realidade, quais são suas características mais gerais e quais relações estabelecem entre si.

Dada a importância do sentimento de pertencimento para o ser humano e considerando a pertinência do referencial prigoginiano para tratar deste tema, na próxima subseção nos ateremos em apresentar a fundamentação ontológica do sentimento de pertencimento segundo o pensamento-Prigogine.

Na subseção seguinte iremos apresentar de forma bem sucinta os conceitos prigoginianos que fundamentam a proposta de ontologia do pertencimento. Trata-se dos conceitos de *irreversibilidade, flutuação, bifurcação e estruturas dissipativas*. Para fins didáticos, apresentamos os conceitos de flutuação e bifurcação na mesma seção, pois são conceitos interdependentes que explicados em conjunto fazem mais sentido ao leitor.

Todo esse percurso se justifica em apresentar, na última subseção, a nossa proposta de pertencimento enquanto categoria ontológica.

## 2.1 O PERTENCIMENTO EM PRIGOGINE

O ser humano há muito tempo, entende que a compreensão de si próprio só é possível por meio da compreensão do mundo que lhe é apresentado (Fróis, 2004). Neste sentido, Lenoble (2002, p. 290) afirma que “o homem de uma época canta-se a si mesmo na Natureza que constrói”. Com permanente interesse nas questões da vida, Prigogine (1984, p. 176) relata que ele sempre pensou que “a existência da vida está nos dizendo alguma coisa muito importante a respeito da natureza.”

Prigogine explicitamente se mostrou contra a exclusão do ser humano da natureza, adotando uma abordagem totalmente contrária à da visão cientificista. Mas por que a ciência clássica tem essa postura? Carvalho (2012) nos recorda que as circunstâncias históricas em que a ciência clássica se desenvolveu – produto de uma cultura europeia ocidental, dentro de um contexto sociocultural renascentista, de particularidades elitistas e estando o poder sob o controle de reis absolutistas – resultaram no florescimento de uma ciência com visão racionalista da natureza.

Essa visão racionalista da natureza adotada pela ciência clássica secciona o ser humano da natureza, lhe atribuindo uma posição de domínio - inquiridor, investigador e explorador - e posicionando a natureza como se esta estivesse a serviço desse ser - interrogada, investigada e explorada como objeto (Carvalho, 2012). Por outro lado, “esta natureza sem drama e sem vida profunda não poderia bastar ao homem” (Lenoble, 2002, p. 2009).

Em suas reflexões, Prigogine afirmou que cada grande período da ciência levou a algum

modelo metafórico da natureza. Para a ciência clássica, por exemplo, era o relógio; para a ciência do século XIX, era uma máquina (Capra, 2010). Para Prigogine (2000), no entanto, é incabível que hoje pensemos a natureza como uma entidade autômata.

*Qual é o conceito de natureza a que chegamos? O modelo newtoniano de realidade era o de um autômato. Ainda temos uma grande dificuldade em acreditar que somos um autômato. O conceito de natureza na mecânica quântica corresponde, em certo sentido, à visão oposta, pois a "realidade" estaria associada à transição de "potencialidades" para "atualidades" devido às nossas medidas. Isso significa que o observador seria responsável pela realidade. Isso também é difícil de imaginar. (Prigogine, 2000, p. 14)*

Prigogine (2000) compreendia que aceitar os pressupostos da ciência clássica, faria com que estivessemos, de certo modo, fora da natureza. E isso, para ele, era muito custoso de se acreditar. Ao contrário disso, as bases do pensamento-Prigogine consideram que o objeto da ciência, a natureza, foi quem também produziu os seres capazes de fazer ciência. “A natureza não é, porém, um dado; implica uma construção da qual nós fazemos parte” (Prigogine, 2009, p. 86).

*A natureza radical da visão de Prigogine é evidente pelo fato de que essas idéias fundamentais só foram raramente abordadas na ciência tradicional e, com frequência, receberam conotações negativas. Isto é evidente na própria linguagem utilizada para expressá-las. Não-equilíbrio, não-linearidade, instabilidade, indeterminação, e assim por diante, são, todas elas, formulações negativas. Prigogine acredita que a mudança conceitual subentendida pela sua teoria das estruturas dissipativas não é apenas fundamental para os cientistas entenderem a natureza da vida, como também nos ajudará a nos integrar mais plenamente na natureza. (Capra, 2010, p. 157)*

Assim, Prigogine (1991) assume que estamos diante de uma ciência humana, feita por seres humanos e para os seres humanos. Ao se construir no seio de uma população rica e diversa em práticas cognitivas, a nossa ciência ocupa a posição singular de *escuta poética da natureza*. Em outras palavras, Prigogine (2009, p. 86) acredita que “de qualquer forma, ela – a ciência – se refere a um diálogo com a natureza”. Corroborando com este pensamento, Lenoble (2002) nos lembra que a associação da natureza e do ser humano sempre se manteve indissolúvel. Nunca se tratou de ilusão ou ignorância.

Neste contexto, por muito tempo, o fazer ciência foi tomado como a correlação de grandezas e a simplificação da complexidade presente no universo. Epistemologicamente falando, o ser humano se viu coagido a se isolar do universo em que vive e observa, crendo que

esse isolamento seria assertivo por não interferir no “sistema”. Dessa forma, os pesquisadores acabaram adotando o modelo empirista para suas investigações. Neste modelo, o objeto é separado do sujeito e o conhecimento puro é obtido a partir dos objetos não vivos e vivos para a boa interpretação do sujeito cognoscente (Angotti, 1999).

Prigogine (1991) afirma que Newton e toda a ciência clássica são os principais responsáveis por essa separação. A glória dessa ciência, a de conseguir unificar os fenômenos que se sucedem na Terra com os que acontecem nos céus, levou o ser humano a se distanciar de si mesmo. Segundo Angotti (1999), para tentar conseguir revelar o enigma do universo, o ser humano não só ignorou, mas também ampliou o enigma de si mesmo.

Segundo Prigogine, a ciência clássica encerrou a comunicação entre o ser humano e a natureza, e é por isso que ele destacou em sua obra a necessidade de que reconheçamos a ciência, e o seu desenvolvimento, como parte integrante da cultura, pois a ruptura já não é bem-vinda. Prigogine (1996, p. 125) diz ser incabível que admitamos que somos apartados da natureza. E isso nos instiga a refletir: Somos verdadeiramente estranhos à natureza? Temos que aceitar que somos espectadores do que se conhece e até dos instrumentos utilizados para adquirir tal conhecimento?

Ao eliminar o observador, a ciência clássica (e também a ciência moderna) assume que a natureza é autômata. Desta forma, quanto mais se eliminar o ser humano observador, mais objetiva será a descrição dos processos. Assume-se, assim, que o conhecimento da natureza somente é possível a partir de uma perspectiva exterior a este mundo (Carvalho, 2012). Essa concepção desabriga o ser humano, enquanto habitante, do mundo que ele descreve, assim como também o rejeita enquanto a descrição é realizada (Prigogine & Stengers, 1991). Em outras palavras, a ciência newtoniana pressupõe um observador desencarnado descrevendo o objeto de pesquisa em condição de sobrevoos.

*Muitos historiadores concordam que um papel essencial no surgimento da ciência ocidental, que predominou desde o século XVII, foi desempenhado por uma visão teológica, na qual Deus foi concebido como legislador onipotente. O modelo para a ciência foi a Física newtoniana, segundo a qual existe uma completa simetria entre o passado e o futuro. Essa foi uma visão quase teológica: da mesma forma que Deus, não necessitamos distinguir o passado do futuro e, também como Ele, podemos chegar a certezas. A descoberta das leis determinísticas da natureza, as leis de Newton para a Física quântica, trouxe, assim, o conhecimento humano para mais perto do ponto de vista divino e atemporal. Mas, esse conceito do mundo como um autônomo levou ao dualismo que ainda aflige a cultura ocidental. Como reconciliar a visão newtoniana com a experiência humana? (Prigogine, 1997, p. 82)*

Conforme alerta Porush (1991), longe de ser um mero problema de mecânica, isso também apresenta um conjunto de problemas filosóficos. Por exemplo, como podemos reconciliar a versão idealizada da mente humana (que investiga a natureza apenas através do raciocínio baseado em suposições dinâmicas e clássicas sobre lógica, conservação e reversibilidade) com a base biológica para essa mente (que carrega a *flecha do tempo* e um estilo de funcionamento implicitamente metafórico)?

Em geral, temos dificuldade em descrever a realidade da maneira estritamente simples e lógica que o discurso científico exige. Da mesma forma, também não faz sentido falarmos de um mundo regido somente por leis determinísticas, pois a maioria dos sistemas são caóticos, indisciplinados e imprevisíveis. Por outro lado, a irreversibilidade defendida por Prigogine através da teoria das estruturas dissipativas apresenta-se como uma condição necessária para a evolução de novos tipos de organização Física, biológica e social (Porush, 1991). Assim, para o pensamento-Prigogine, os sistemas dissipativos são propriedades básicas da vida. Da mesma maneira, Prigogine (1991) também afirma que esses sistemas não conseguiriam ser explicados tomando como parâmetro uma ciência tão reducionista quanto a ciência da reversibilidade.

Neste sentido, uma das metas da teoria prigoginiana foi a criação de um vínculo entre a prática filosófica e a prática científica. Segundo Prigogine (2009), a ciência consegue apenas nos fornecer uma ideia do universo onde nos encontramos, mas a posição do ser humano no universo terá sempre o ponto de partida na filosofia. Massoni (2008) inclusive aponta que nessa nova leitura prigoginiana, temos uma ciência em que a estabilidade deu lugar para a evolução e a mudança. “Esta nova ordem corresponderia a um modelo de racionalidade baseado não mais nas certezas, mas nas possibilidades, no qual a verdade científica não é o certo ou o determinado e o indeterminado ou incerto já não se confundem com a ignorância” (Santos, 2010, p. 64).

Prigogine, então, assume que as escolhas, as possibilidades, a incerteza, são ao mesmo tempo propriedades do universo e também da existência humana (Prigogine & Blattchen, 1998). Nesta perspectiva, temos agora um forte vínculo, uma séria similaridade, com o universo que descrevemos. Tornamo-nos, assim, mais próximos do mundo que queremos conhecer. A obra prigoginiana informa, desta maneira, que a atividade humana criativa e inovadora não é estranha à natureza e que devemos considerá-la como uma amplificação e uma intensificação de traços já presentes no mundo físico (Prigogine & Stengers, 1991). Para Carvalho (2012), essas conexões feitas por Prigogine conferem um significado maior à vida humana, pois descortinam o quanto *pertencemos* a alguma coisa que vemos também em nós.

*O homem sabe hoje que ele não está só, na imensidade indiferente do Universo; se a ciência clássica, do alto do seu saber onisciente, havia reduzido a natureza à figura de um mero autômato, a ciência contemporânea, através de seu “ouvido poético”, devolveu-lhe seu potencial inovador e, por meio de um frutífero diálogo, reintegrou o homem ao Universo que ele observa. (Pessis-Pasternak, 1993, p. 35)*

Prigogine (1991) nos leva para um momento de integração no mundo, de pertencer a este mundo. Desordem, imprevisibilidade e criatividade são, para Prigogine, propriedades inerentes a quaisquer processos de mudança, quer seja nas ciências ou nos sistemas vivos, aqui incluindo a sociedade humana. E para nós, enquanto sociedade, o pensamento-Prigogine aposta no reestabelecimento da aliança entre o ser humano e a natureza – frequentemente enunciada por Prigogine como *A nova aliança*. Acreditamos que esta reconexão, tenha como principal categoria a ser analisada: o pertencimento. O pertencimento do ser humano em relação a natureza, em relação a ciência... enfim, o pertencimento do ser humano ao mundo.

## 2.2 CONCEITOS PRIGOGINIANOS

### 2.2.1 Fenômenos irreversíveis

A lei dinâmica para as situações ideais é uma lei reversível, conseguindo descrever com eficiência a passagem de um estado para o próximo e deste para o também imediatamente seguinte. Nesse contexto, passado e futuro desempenham o mesmo papel para a dinâmica clássica. Um estado poderia ser um estado inicial ou também o estado final de um processo. Inclusive, os processos nada mais seriam do que uma sucessão de estados fundamentalmente equivalentes (Prigogine & Stengers, 1991).

Segundo Prigogine (1991), o grande problema dessa leitura dos processos está em relacionar a irreversibilidade ao nosso conhecimento quando deveríamos assumi-la como uma propriedade física. Nesse contexto, a dinâmica clássica assume que “a natureza é muda, e o devir natural, longe de falar ao homem do seu enraizamento no mundo, é apenas o eco dos empreendimentos humanos e de seus limites” (Prigogine & Stengers, 1991, p. 159). Com isso, ao invés de reconhecermos no devir irreversível dos processos um análogo do devir que o constitui a nós mesmos, nós, os observadores, somos levados a admitir que a natureza, estranha a esse devir, ratifica o crescimento da nossa ignorância (Prigogine & Stengers, 1991).

Por outro lado, sabendo que a irreversibilidade representa um papel determinante em vários fenômenos e sistemas, já não é possível considerá-los como simples aparências ligadas

à nossa ignorância.

Prigogine (1991) aconselha que abandonemos as certezas clássicas e nos abramos ao novo. Um primeiro passo talvez seja admitir que não existe uma única teoria geral capaz de dar conta de todos os processos do mundo. Muito menos de toda complexidade de todos os processos que existem. Prigogine (1991) compreende que, de agora em diante, a estabilidade e a simplicidade devam ser tomadas como excepcionais e não mais como regras. As situações estudadas pela ciência clássica são apenas casos particulares de um contexto mais vasto. “A validade da dinâmica é garantida por um conjunto de experiências muito precisas, mas, por outro lado, é também verdadeiro que a irreversibilidade está lá e desempenha na natureza um papel construtivo essencial” (Prigogine & Stengers, 1991, p. 198).

Prigogine (1980) afirma que a missão do cientista não deveria ser *reduzir* a Física, a Química e a Biologia a um único esquema, mas sim definir claramente os diversos níveis de descrição e apresentar condições que nos permitam passar de um nível para outro. Com isso, Prigogine (1991) é categórico ao dizer que nenhuma solução que faça da irreversibilidade uma ilusão ou o resultado duma descrição aproximada pode mais ser aceita. Prigogine rompe com a ciência clássica, compreendendo a irreversibilidade como fonte de ordem.

De modo geral, a obra prigoginiana faz importantes reflexões filosóficas sobre a questão da irreversibilidade na natureza, evidenciando a forte conexão entre irreversibilidade e instabilidade. Em suma, a abordagem prigoginiana pontua que a ligação da irreversibilidade com o surgimento da estocasticidade intrínseca é causada pela instabilidade dinâmica (Mikki, 2021). Com isso, a irreversibilidade não pode mais ser associada apenas a um aumento da desordem, estudos da física e da química de não equilíbrio mostram que a flecha do tempo pode ser uma fonte de ordem. O autor enfatiza que, graças aos processos irreversíveis associados à flecha do tempo, a natureza consegue realizar suas estruturas mais delicadas e mais complexas.

Segundo Mikki (2021), com Prigogine, algo original – quase revolucionário – é proposto: a irreversibilidade deixa de ser um *bug* que deve ser removido do sistema usando argumentos de probabilidade<sup>50</sup>. Diferentemente disso, toda a natureza deve ser considerada ontologicamente irreversível, devendo ser abraçada como uma característica essencial

---

<sup>50</sup> Prigogine (1991) que afirma que a descrição probabilista (do conjunto) é mais rica do que a descrição individual (descrição da trajetória individual, ou de um átomo), pois permite prever a evolução do conjunto. Desta forma, a perspectiva estatística introduz a incerteza no âmbito da mecânica clássica, e quebra a simetria do tempo.

inequívoca do mundo natural.

### 2.2.2 Flutuações e Bifurcações

Segundo Prigogine (1991), longe do equilíbrio um sistema não linear funciona como uma organização, podendo um desvio microscópico, em momento oportuno, se ampliar privilegiando um caminho dentre todos igualmente possíveis. Dito de outra forma, em circunstâncias específicas, em que a sucessão de evoluções faz com que estabilidade do sistema desapareça ou seja diminuída, as decisões elementares podem assumir um papel decisivo no sistema, o fazendo se reestruturar e se diferenciar de sua configuração anterior (Prigogine & Stengers, 1991, p. 130). Prigogine chama essas decisões elementares de flutuações.

As flutuações surgem e desaparecem o tempo todo, mas só se amplificam caso tenham feedback positivo grande o suficiente para atingir um limiar onde o sistema perderá toda estabilidade. Importante frisar que a flutuação não invade o sistema por inteiro de uma só vez. Ela se instaura primeiro em um ponto e, se esse ponto inicial tem poder maior que a dimensão crítica, a flutuação começa a se propagar, e caso consiga ir vencendo as próximas dimensões críticas, ela invade todo o sistema. Do contrário, o sistema simplesmente regressa para seu estado anterior de maior estabilidade.

Assim, quanto mais o sistema complexo se afasta do equilíbrio, mais complexidade ele incorpora e mais ele se auto-organiza. O sistema continua atingindo novos pontos de bifurcação, até que ele abra mão de toda ordem e dê lugar ao caos. Com isso, surpreendentemente, o sistema alcança, simultaneamente, maior ordem e instabilidade nas regiões limítrofes do caos.

Flutuações bem-sucedidas fornecem um ponto em que o sistema muda drasticamente, perdendo sua homogeneidade e adquirindo novas propriedades qualitativas. Neste ponto, nomeado de bifurcação por Prigogine, a instabilidade direciona o sistema para outra condição metaestável, só que agora mais complexa. Em outras palavras, bifurcações são “os pontos de instabilidade à volta dos quais uma perturbação infinitesimal é suficiente para determinar o regime de funcionamento macroscópico de um sistema” (Prigogine & Stengers, 1991, p. 123). “Como mostrou Prigogine, essas instabilidades somente podem ocorrer em sistemas abertos que operam afastados do equilíbrio” (Capra, 2010, p.117).

Prigogine aponta que para descrever até mesmo os sistemas físico-químicos mais simples, somos agora levados a utilizar um conjunto de noções que, até então, pareciam estar reservadas aos fenômenos biológicos, sociais e culturais. Empregamos agora as noções de

história, de estrutura e de atividade funcional também para descrever a ordem por flutuações e bifurcações. A ordem que tem como fonte o não-equilíbrio (Prigogine & Stengers, 1991).

As leis termodinâmicas se mantêm universais próximas ao equilíbrio, mas, para além dessa estabilidade, essa universalidade cede lugar aos comportamentos qualitativamente diversos que dependem das transformações dissipativas e do passado do sistema. Já não podemos prever os caminhos da natureza com segurança. Assumimos, de agora em diante, uma natureza bifurcante. Natureza onde pequenas flutuações, em circunstâncias oportunas, invadem todo o sistema, fazendo surgir um regime de funcionamento totalmente novo e diferente (Prigogine & Stengers, 1991).

E caminhando nesta direção, Prigogine (2009) aponta que o conceito de nucleação possa ser extrapolado, podendo ter sentido também nos estudos dos fenômenos sociais. Mais que isso, acredita que o estudo da estabilidade dos estados de não-equilíbrio dos sistemas físico-químicos pode ter implicações no conceito de estabilidade para sistemas mais complexos como os biológicos, ecológicos e sociais.

Ainda assim, Prigogine diz haver uma grande distância entre suas discussões termodinâmicas e uma teoria geral da sociedade e que, ciente disso, ele não tem a intenção de tentar transpô-la. Por outro lado, ele diz ter certeza de que a presença de interações não-lineares em populações determina seus modos de evolução particulares, independente de qual seja o tipo de população. Apesar de todos esses avanços teóricos, Prigogine diz que estamos ainda longe de conseguir responder às questões referentes ao ser vivo enquanto sistema mantido longe do equilíbrio. Mais que isso, ele afirma que estamos ainda na fase de formular e reformular essas questões (Prigogine & Stengers, 1991).

### **2.2.3 Teoria das estruturas dissipativas (TED)**

O pensamento-Prigogine se inquieta com a seguinte questão: dadas as leis da termodinâmica, como é possível que a vida - um processo espontâneo, irreversível, com direção específica no tempo, longe do equilíbrio e em que a ordem nasce da desordem - surja? Para tentar responder esta pergunta, Prigogine (1991) formulou a *teoria das estruturas dissipativas* (TED), trazendo grandes contribuições para a termodinâmica do não-equilíbrio. De maneira simplificada, podemos dizer que as estruturas dissipativas são sistemas complexos que absorvem matéria e energia do exterior para construir uma organização interna maior, sem que a segunda lei da termodinâmica seja violada.

As estruturas dissipativas seguem o princípio da *ordem através das flutuações*, com isso, elas possuem quebras na simetria espacial e temporal. Essas quebras de simetria são consideradas responsáveis pela irreversibilidade entre um nível de organização e seu nível anterior. Ou seja, os processos dissipativos se auto-organizam em estruturas estáveis que, por sua vez, após atingirem um estágio crítico de não equilíbrio, se bifurcam e assim evoluem para estruturas metaestáveis de nível superior. Desta forma, embora uma estrutura dissipativa normalmente siga leis determinísticas, a partir dos pontos de bifurcação são as flutuações que desempenham um papel essencial na determinação do ramo que o sistema escolhe. Logo, a evolução dos sistemas auto-organizados, por determinar sua própria dinâmica e direção, é dita como aberta e criativa (Roqué, 1985).

Cabe destacar que a cada ponto bifurcação (ou limiar de instabilidade) abrem-se pelo menos dois caminhos possíveis. Como a escolha que o sistema fará não pode ser prevista nem mesmo em princípio, há uma indeterminação em ação na formação de novas estruturas. Quanto mais o sistema se afasta do equilíbrio, mais numerosas são as alternativas que ele pode escolher. Em outras palavras, Prigogine diz que o processo cria a si mesmo determinando seu próprio objetivo e escolhendo a rota evolutiva específica para esse objetivo.

Nesse sentido, Prigogine (1991) afirma que as estruturas dissipativas, enquanto forma de organização supermolecular, traduzem a associação entre a ideia de ordem e a de desperdício, exprimindo um fato fundamental novo. Desta forma, “as estruturas dissipativas, refletem intrinsecamente a situação global de não-equilíbrio que lhes deu origem” (Prigogine & Stengers, 1991, p. 114). Com isso, a dissipação de energia e de matéria - comumente associada a perda de rendimento e de evolução para a desordem -, longe do equilíbrio, é agora, fonte de ordem. Prigogine está afirmando que a dissipação está na origem de novos estados da matéria.

Desta forma, a nova ciência anunciada por Prigogine não fala de certezas, mas de probabilidades. E essa noção de probabilidade, longe de contradizer o conhecimento, o fortalece.

Prigogine demonstrou que a simetria entre o presente e as condições de contorno é o produto de uma idealização arbitrária, expondo uma assimetria radical no coração da física. Considerando que os sistemas dinâmicos são não integráveis, isto torna esses sistemas suscetíveis a mais de uma solução possível para as mesmas condições iniciais. Ou seja, esses sistemas são temporalmente assimétricos. Com isso, é impossível alguma forma de redutibilidade do presente a um estado inicial, como a física clássica fazia. A TED coloca essas

questões para a abstração epistemológica, objetivando alcançar a unidade inteligível do real (Paganelli, 2018).

Dito isso, a TED tenta romper com o determinismo que prevalece na Física desde Newton até Schrödinger, e que tem limitado a compreensão de inúmeros fenômenos na natureza, especialmente aqueles não respondiam à previsibilidade ditada por um sistema de equações lineares. Prigogine está nos dizendo que todos os sistemas que se comportam como estruturas dissipativas contam uma história; e essa história não é indiferente ao tempo. E é por isso que a TED de Prigogine ainda hoje serve como fonte de inspiração para muitos pesquisadores e influencia vários outros campos da ciência, sendo aplicado, inclusive, em contextos das ciências humanas.

### 2.3 PERTENCIMENTO COMO CATEGORIA ONTOLÓGICA

Diante das discussões oriundas do pensamento-Prigogine, e do conceito de pertencimento, e até as extrapolando, nos questionamos: como sabemos quando pertencemos e a que pertencemos? Se nos demorarmos um pouco nessas questões, perceberemos o quão complexo é respondê-las com responsabilidade. Na verdade, falar sobre o nosso posicionamento no universo carrega consigo uma complexidade particular e uma análise bem cuidadosa pois estaríamos propondo uma *ontologia do pertencimento*. Ora, começamos por discutir a proposta prigoginiana sobre o elo entre o ser humano e a natureza e fomos levados a ideia da proposição de uma ontologia para esse *pertencer*.

E é justamente esse ponto que pretendemos discutir nesta investigação. Temos ciência de que o pertencimento não é um conceito que explicitamente caracteriza o pensamento-Prigogine, como fazem os conceitos de irreversibilidade, flecha do tempo e flutuações, por exemplo. Por outro lado, descortinamos, por meio de nossos estudos anteriores e também das explanações feitas neste artigo, que o pertencimento é um tema transversal a toda a vida e obra filosófica de Prigogine. A preocupação em nos posicionar no mundo, além de ser a motivação da proposta prigoginiana de Nova Aliança entre o ser humano e natureza, é constantemente o pano de fundo de suas discussões filosóficas.

Pretendemos, então, dar enfoque a este pertencimento que emerge do pensamento-Prigogine, o posicionando como uma categoria ontológica. Fazemos questão de abordar e demarcar o pertencimento especificamente enquanto categoria ontológica. Temos dois motivos para isto. O primeiro deles é que este conceito nos foi revelado a partir da epistemologia de

Prigogine, logo, aqui problematizamos o pertencimento enquanto categoria que busca compreender os entrelaçamentos entre o ser humano e o conhecimento científico que ele produz, reproduz e vivencia.

O segundo motivo é que precisamos especificar que o pertencimento que discutimos se direciona especificamente vertente ontológica, pois o pertencimento é um assunto complexo, extenso e multifacetado. Como vimos, a questão do pertencimento é de interesse de diversas áreas e já possui teorias mais ou menos alicerçadas nos campos da psicologia, ciências sociais e até mesmo na medicina. A nossa proposta é que o pertencimento tenha também uma discussão ontológica, o que, a nosso ver, colaboraria bastante com as discussões que já são feitas sobre o assunto em outras áreas e, principalmente, abriria novas perspectivas para o campo da Educação em Ciências.

É claro para nós que os limites entre os campos que investigam o pertencimento são bastante tênues e que várias vezes eles se interpolam. Enfatizamos que nosso objetivo aqui não é a de burocratizar o pertencimento. Por outro lado, preferimos deixar claro que a nossa intencionalidade é problematizar o pertencimento enquanto categoria ontológica e, assim, podermos direcionar a nossa discussão sem receios de não contemplar toda a magnitude que abrange esse conceito.

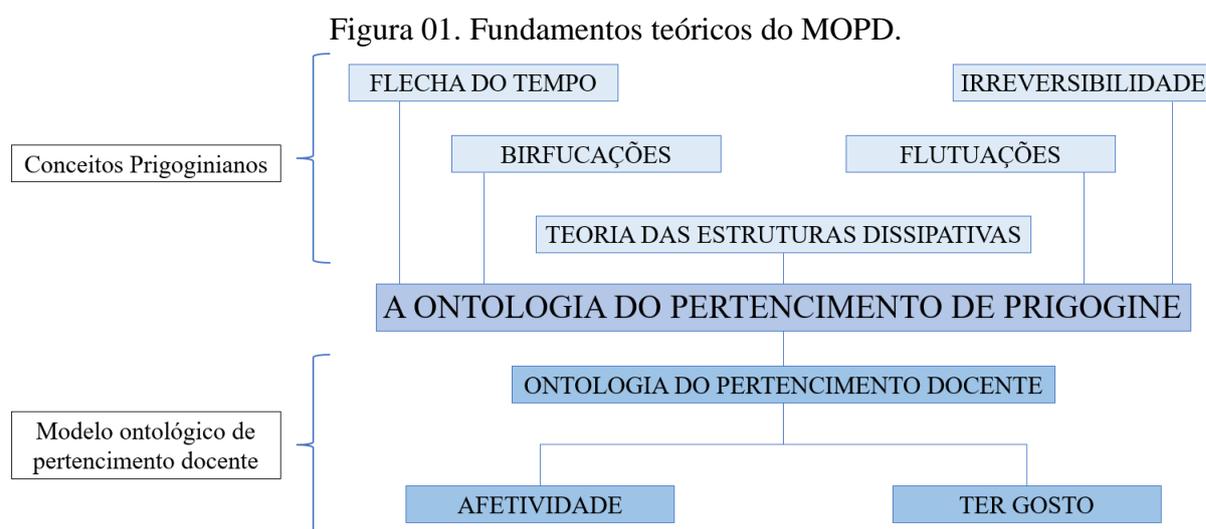
Neste sentido, classificamos a ontologia prigoginiana do pertencimento que propomos como sendo transcendental. Isso porque os pressupostos que sustentam nossa proposta são obtidos *a priori*, ou seja, não partem da experiência (Kant, 1999). Por outro lado, não se trata de uma ontologia transcendental essencialista. O pertencimento que discutimos não é uma propriedade inata ao ser humano. Ela pode ser construída e modificada durante a vida do indivíduo (Coutinho, 1989). Ou seja, nossa proposta enfatiza a liberdade de escolha e a responsabilidade individual. Por tudo isso, *classificamos a ontologia prigoginiana do pertencimento como transcendental existencialista*.

Ainda neste sentido, temos ciência de que essa questão do pertencimento do ser humano enquanto categoria ontológica é uma problemática *gramatical* que estamos propondo (Wittgenstein, 2014). Por outro lado, acreditamos que compreender a existência humana a partir do pertencimento pode ser um novo conjunto de regras que, se adotado, pode facilitar a nossa compreensão ontológica enquanto seres que existem nesse mundo.

### **3 MODELO ONTOLÓGICO DO PERTENCIMENTO DOCENTE**

Nessa seção, amparados pelo constructo teórico prigoginiano, apresentaremos o modelo ontológico do pertencimento docente (MOPD). Trata-se de uma aplicação direta do modelo ontológico de pertencimento (apresentado na seção anterior) na área da Educação em Ciências, mais especificamente no campo da formação de professores de ciências.

A apresentação do MOPD será feita da seguinte forma: (1) começaremos refletindo sobre a importância da compreensão ontológica do sentimento de pertencimento para o professor de ciências (subseção 3.1); (2) em seguida, apresentaremos o MOPD a partir dos mesmos conceitos que fundam a ontologia prigoginiana do pertencimento (subseção 3.2) e (3) por fim, apresentaremos os dois elementos que caracterizam a proposta MOPD, sendo eles a afetividade e gosto (subseção 3.3). Sumariando este percurso e afim de tornar ainda mais clara nossa proposta, apresentamos na figura 1 um fluxograma evidenciando a origem, os principais fundamentos teóricos e os dois principais elementos do MOPD.



Fonte: Elaborado pelos autores.

### *3.1 IMPORTANCIA DA COMPREENSÃO ONTOLÓGICA DO SENTIMENTO DE PERTENCIMENTO PARA O PROFESSOR DE CIÊNCIAS*

Pesonen (2016) diz haver uma escassez de pesquisas sobre o senso de pertencimento em diferentes ambientes escolares. Por outro lado, Allen & Bowles (2012) nos alertam que um olhar mais atento às pesquisas sobre o pertencimento pode ser de grande valia nas análises das estruturas organizacionais dentro das escolas e a sua relação com as políticas, com a pedagogia e com a formação de professores. Ainda assim, até mesmo na literatura internacional, é difícil encontrarmos trabalhos que tratem do pertencimento especificamente no contexto da Educação

em Ciências (Trinkenreich *et al.*, 2023).

Vimos também que a maioria das pesquisas que tratam do pertencimento escolar estão tendenciadas a ter como objeto de estudo os discentes. Isso nos é compreensível, por outro lado, sentimos a carência de mais pesquisas sobre o pertencimento do ponto de vista docente, que é um personagem igualmente importante no ambiente escolar.

Lembre-mo-nos de que o docente ensina aquilo que ele acredita ser o conteúdo e aquilo que ele acredita não está isento de influência dos seus saberes anteriores à academia (Tardif, 2014). Dentro deste conjunto de experiências sociais e psicológicas que influenciam a formação do professor como sujeito, podendo, conseqüentemente, influenciar o seu fazer didático, ratificamos nosso direcionamento para o *senso de pertencimento*. Focamos no pertencimento pois acreditamos, por tudo que foi discutido até aqui, que tal sentimento tenha talvez o maior impacto na construção do professor enquanto profissional situado em seu ambiente escolar e enquanto cidadão posicionado no mundo.

Como já dissemos anteriormente, é amplamente discutido no campo da Educação em Ciências que a ausência de uma formação de professores de qualidade pode limitá-los de exercer a sua profissão com a maestria esperada. Mas baseados nas discussões de Ribeiro-de-Sousa (2021), Oliveira e Bonfim (2021), Kachchhap e Horo (2021), St-Amand *et al.*, (2017), Allen e Bowles (2012), Libbey (2004) e Baumeister e Leary (1995), e analisando esta questão com mais sensibilidade e de forma mais crítica, entendemos que ainda que o professor aprenda todas as práticas e teorias disponíveis e que tenha todos os recursos pedagógicos possíveis, se ele não se sentir pertencido àquilo que ele ensina faltará engajamento e a sua didática provavelmente será prejudicada por falta de autoeficácia que o sentimento de pertencimento, principalmente, pode trazer ao educador. Este problema pode se estender também no processo de transmissão (ou não) do sentimento de pertencimento (que pode ser esvaído de responsabilidade social, paixão, consideração e empatia) deste professor para com os seus alunos.

Ao desconhecer o sentimento de pertencimento, o professor que ensina ciências corre o risco de reforçar “a coisificação de tudo e de todos, a banalização da vida, o individualismo exacerbado e a dicotomização do humano como ser descolado da natureza” (Loureiro, 2006, p. 94). Carvalho (2012) aponta nesta mesma perspectiva: a natureza torna-se desencantada e, ao mesmo tempo, manejável, manipulável e dominada, enquanto o ser humano é visto como separado dela, se apresentando como senhor deste mundo.

Por outro lado, ressignificar o pertencimento do ser humano à ciência pode ser uma

chave para o fim da dicotomia entre o ser humano e a natureza, e também para oferecer aos docentes subsídios para criticar a lógica do modelo de desenvolvimento capitalista. Modelo este que deve ser combatido pelos professores de ciências, uma vez que é pautado por relações de poder em que o ser humano é descontinuado da natureza; da razão, desprendida da emoção e do objetivo que se opõe ao subjetivo (Santos & Guimarães, 2020).

Cousin (2013) nos lembra que o pertencimento é crença ou ideia capaz de unir. Desta forma, é importante que o professor de ciências traga em si o sentimento de pertencimento à ciência para que ele possa estimular a existência deste pertencer também em seus alunos. A intenção seria provocar um efeito dominó que resultaria, em tese, numa sociedade mais empoderada para criticar a ciência que acontece hoje. Possibilitaríamos, dessa forma, a existência de uma sociedade crítica à ciência que nos é apresentada hoje, não somente por terem formação intelectual para isso, mas, e principalmente, porque entenderam que eles fazem parte do grande processo. Em outras palavras, a sociedade entenderia que pertence à natureza, à ciência!

De um modo geral, a noção de pertencimento, ou a ausência dele, é um processo experienciado pelos docentes de todos os níveis, nas mais variadas esferas e desde o seu nascimento, ainda que estes desconheçam o seu significado. Concordamos com Quintas (2019) que, ainda mais importante do que os educadores conheçam o significado de pertencimento, eles precisam senti-lo.

Oliveira e Bonfim (2021) pontuam que a educação, no estágio que se encontra hoje, por vezes, nos desconsidera como sujeitos integrantes do domínio da natureza, e nos posiciona como meros expectadores de um mundo objeto, vazio e sem forma. Neste contexto, sabemos que o professor que ensina ciências tem a importante missão de traduzir a ciência aos educandos, propiciando basicamente o principal e mais duradouro contato que os cidadãos terão com as ciências ao longo de suas vidas. Desta forma, devemos priorizar a atuação do professor de ciências se quisermos alterar a forma como a sociedade compreende o seu posicionamento no mundo, modificando, conseqüentemente, a percepção social do que é a própria ciência. Chegamos então ao ponto em que vemos pertinência em falar de pertencimento e de Educação em Ciências em um mesmo contexto.

Compreender o sentimento de pertencimento no contexto da Educação em Ciências nos parece um caminho, além de necessário, bastante rico. Indo nesta direção, Mulvey *et al.* (2022) apontam que o entendimento do sentimento de pertencimento é fundamental tanto para os estudos acadêmicos nas áreas científicas, isso porque esse sentimento é capaz de influenciar

tanto o engajamento formal nas aulas de ciências quanto o engajamento científico informal (orientação para o ativismo científico, por exemplo).

Continuando a discussão, existe uma problemática ainda anterior a ser discutida: será que o professor de Ciências, em um prisma de sua construção humanística, realmente compreende que a ciência que ele ensina considera o ser humano como parte do constituinte do universo? Será que o professor de ciências acredita na *Nova Aliança* entre o ser humano e a natureza? Caso ele não acredite, essa mediação provavelmente não acontecerá ou, no máximo, será ineficiente. Apoiados em estudos sobre a vertente psicológica do sentimento de pertencimento (Allen & Bowles, 2012; Baumeister, 2012; Baumeister & Leary, 1995; Hagerty *et al.*, 1992; Pesonen, 2016; Trinkenreich *et al.*, 2023), acreditamos que quando o próprio docente não se sente incluído no universo científico que ele apresenta aos alunos, é possível que alguns problemas sejam evidenciados no fazer didático deste professor.

Cabe ressaltar que se o docente acredita em uma ciência em que os sistemas foram totalmente dominados, podendo ser preditos por poucas leis gerais, ele estará, ainda que inconscientemente, desoportunizando a si mesmo ao reencantamento pelo mundo (condição necessária para que *A Nova Aliança* se efetive). Em contrapartida, entendemos que o diálogo honesto do docente para com a ciência (que tem a veracidade como principal marca) é capaz de influenciar essa mesma tendência também em seus alunos. Indo em direção oposta e levando em consideração as proposições de Prigogine e Stengers (1991), acreditamos que quando o professor acredita em uma ciência aberta à novidade – tomando a irreversibilidade como seu elemento fundante – ele abandona a existência das certezas em todos os níveis e incorpora o novo, a criatividade e a liberdade como propriedades inerentes à ciência. Desta forma, o professor de ciências conseguiria transmitir aos educandos princípios de pertencimento positivos.

Já não temos dúvidas de que investigar o pertencimento do docente é um assunto muito importante para a Educação em Ciências, principalmente quando consideramos o déficit desses profissionais dentro e fora das escolas no cenário nacional e internacional. Neste sentido, Balgopal *et al.* (2022) fizeram um estudo exploratório que visava identificar quais variáveis afetam as intenções dos professores de ciências em permanecer ou deixar a profissão de ensino. Tratando especificamente da Educação em Ciências, Feser (2021) expõe que pesquisas recentes sugerem que o senso de pertencimento dos estudantes universitários à ciência está substancialmente correlacionado com suas crenças relacionadas à mentalidade científica, seu interesse nas ciências e sua experiência de sucesso nas ciências naturais.

Ratificamos agora a importância de se trabalhar o pertencimento não apenas na formação inicial dos futuros professores, mas também na formação continuada, tendo como intuito a sensibilização dos professores no combate de práticas discriminatórias contra grupos minoritários. Oliveira e Bonfim (2021) vão ao nosso encontro ao dizer que os dados apresentados na literatura até então já são motivos suficientes para que continuemos a desenvolver estudos sobre o pertencimento docente que contribuam para o descortinar de questões legais que refletem sobre a formação inicial e continuada de professores. Podemos, por tudo isso, perceber aqui a importância do docente na transmissão do senso de pertencimento à ciência, principalmente propiciando um espaço que permita que todos os alunos se sintam abraçados pela ciência que eles presenciam em seu cotidiano, independentemente dos grupos aos quais eles pertencem.

Adicionemos então mais uma camada de complexidade. Lima e Fizz (2018) nos lembram que um dos fatores que constituem a identidade docente é a motivação em prosseguir suas carreiras. Neste ponto, precisamos também evidenciar a importância da visão de ciências que os futuros professores de ciências recebem em suas vivências enquanto alunos de ensino fundamental, médio e superior em suas escolas e universidades, pois estes espaços, inconscientemente, são os principais responsáveis pela propagação de uma percepção alienada ou inadequada que internalizamos enquanto educandos desde os nossos primeiros anos de estudo até o curso de nossa formação acadêmica.

Nossa hipótese é que, ao compreender que ele faz parte de um contexto e que este contexto lhe é importante culturalmente, o professor terá um olhar diferenciado para com a sua comunidade. Assim, o professor que se sente pertencido procurará caminhos para melhor ensinar, uma vez que crescimento dos seus alunos lhe trará conforto. E se esse professor tem a compreensão de que ele faz parte desse mundo, de que a ciência é a nossa forma de nos comunicarmos com a natureza, esperamos então que ele tenha mais uma motivação em concentrar energia em otimizar a sua didática, afinal de contas, ele está lidando com algo do qual ele tem propriedade para falar. Não estamos falando apenas de conteúdos teóricos, estamos falando de engajamento no fazer didático.

Finalizando nossas considerações, temos clareza que a Educação em Ciências vai muito além da simples transmissão de conteúdos. Mais que isso, ela abrange a compreensão de como o conhecimento científico é construído tanto para a formação de futuros profissionais com carreiras científicas (bachalerados e licenciaturas), quanto para que os cidadãos possam utilizar esses conhecimentos científicos para se posicionarem de forma crítica no cotidiano de seus

contextos sociais. Desta forma, devemos valorizar o papel dos professores de ciências, independentemente do nível em que atuam, se almejamos a justiça social, se objetivamos a consolidação de comunidades diversas (Balgopal *et al.*, 2022). Neste sentido, investir no senso de pertencimento dos futuros e atuais professores, apesar de ser um trabalho complexo e moroso, nos parece um caminho promissor para propiciar o letramento científico progressista em nossos alunos do ensino fundamental e médio.

Por fim, ainda não concluímos esta discussão. Temos clareza que fizemos aqui um ensaio teórico e que agora precisamos de dados experimentais para ratificar nossas hipóteses. Por outro lado, demos passos importantes. Apontamos a importância do pertencimento como categoria ontológica para a Educação em Ciências e isso parece ser inédito no cenário nacional e pouquíssimo explorado na literatura internacional. Precisamos agora explorar essa categoria do ponto de vista epistemológico para a Educação em Ciências, sobretudo para a formação de professores. Nesse caminho, demos os primeiros passos no estudo teórico para esta vertente que acreditamos ser uma das problemáticas primeiras nos cursos de formação de professores. Mas nosso estudo teórico ainda não terminou. A verdade é que não há como esgotar este assunto. Refletir sobre o pertencimento requer muita responsabilidade, dada a extensão, as camadas e a complexidade do assunto.

### 3.2 A ONTOLOGIA DO PERTENCIMENTO DOCENTE A PARTIR DOS CONCEITOS PRIGOGINIANOS

Quando consideramos a teoria prigoginiana no contexto da Educação em Ciências somos levados a questionar: Que perfil esperar do professor que ensina uma ciência em que passado e futuro não se diferenciam? Como pode este docente promover justiça social quando a própria ciência que ele ensina já não tem vida? A ciência clássica exige que o observador não seja um ser físico-humano. Precisariamos então anular a nós mesmos enquanto descrevemos o objeto *que estamos descrevendo*? Isso nos parece incoerente. Proclamam uma ciência de certezas, mas para isso devemos supor que não somos nós que descrevemos os objetos. Os objetos existem, mas nós que os descrevemos, não!?

Nesse cenário, podemos extrapolar que o professor não existe; existe apenas a ciência que ele ensina. Dito de outra maneira, estamos pedindo para que o docente ensine uma ciência que anula a sua existência. Aprendemos e queremos que os docentes propaguem uma ciência que diz que não podemos verdadeiramente compreendê-la, dada a nossa ignorância inerente. Uma ciência que torna a natureza muda e sem cor.

*As leis universais da dinâmica das trajetórias são conservativas, reversíveis, e deterministas. Implicam que o objeto da dinâmica seja cognoscível de parte a parte: a definição de um qualquer estado do sistema e o conhecimento da lei que rege a evolução permite deduzir, com a certeza e a precisão de um raciocínio lógico, a totalidade de seu passado e de seu futuro. Por isso, a natureza concebida sob a modelo do sistema dinâmico nada mais podia ser que uma natureza estranha ao homem que a descreve. (Prigogine & Stengers, 1991, p. 205)*

É preciso então repensar a realidade deste professor, pois além de ensinar uma ciência que não o faz se sentir pertencido, existe também um sistema educacional que desconsidera sua subjetividade, lhe oferecendo apenas migalhas de autonomia. Esse contexto é bastante conflituoso pois no mesmo momento que o professor vive essa realidade, também dizemos que ele é um personagem fundamental na consolidação do projeto educacional progressista que acreditamos. Ora, o professor é responsabilizado pela transformação de um mundo em que ele não pertence e deve realizar essa tarefa fazendo uso de uma ciência que desconsidera a sua existência?

Prigogine acredita que devemos abandonar a ideia de teoria geral no campo científico. Da mesma forma, também acreditamos que devemos abandonar a ideia de que exista uma verdade universal para a formação de professores. Na verdade, acreditamos que a uniformização dos conteúdos e forma dos cursos de formação de professores, tanto inicial quanto continuada, sem considerar as particularidades dos contextos educacionais que em os docentes atuam, nos parece mais uma ferramenta para manutenção das relações de poder atuais, moldando os professores aos perfis profissionais desejados.

A partir da prosta prigoginiana, conseguimos compreender que os fenômenos estudados pela ciência, e a natureza, experimentam o mesmo devir que experimentamos como seres humanos, E essa é a marca de que de pertencemos a este mundo. Neste mesmo sentido, a irreversibilidade, fortemente defendida por Prigogine como propriedade fundamental da natureza, marca teoricamente o nosso enraizamento no mundo.

E chegando neste ponto da discussão, a pergunta que emerge é: mas o que toda essa discussão tem a ver com os processos pelos quais o professor passa em sua trajetória profissional? Pois bem, a partir de agora começamos a apresentar os entrelaçamentos entre os conceitos de flutuação e bifurcação e o perfil profissional dos docentes.

O professor já é, por si só, um sistema complexo por sua condição de ser humano, mas além disso, ele está inserido em um sistema também complexo, o sistema educacional. No sistema educacional o professor faz diversas interações com os alunos, com os gestores, com

os pais dos alunos, com a sua família e com quaisquer outros atores da comunidade a qual ele pertence. Dadas essas inúmeras interações, existem constantes fluxos de informação entre o professor e o meio. Devido a seu alto grau de subjetividade, não há como controlar ou prever essas interações realizadas pelo professor e tampouco o conteúdo e a influência dessas na construção psíquico-socioprofissional do docente.

Como o docente está o tempo todo exposto a flutuações locais, o seu perfil profissional nunca está propriamente em equilíbrio. O docente está sempre sofrendo investidas, planejadas ou não, conscientes ou inconscientes, que podem ou não trazer alguma modificação em seu perfil profissional. Quanto às flutuações que não logram êxito em sistemas sociais, Prigogine traz a seguinte explicação:

*Por outro lado, há quem assinale que a rapidez da circulação das informações que caracteriza nossa época, a possibilidade de tudo difundir imediatamente para todo o mundo, contribui para manter todo acontecimento na insignificância do anedótico, a submeter toda ideia às leis do espetáculo e da moda (Prigogine & Stengers, 1991, p. 132).*

Aqui fazemos uma ressalva. Prigogine (1991) afirma que para a termodinâmica de sistemas longe do equilíbrio é a velocidade da comunicação que determinaria a complexidade máxima que a organização de um sistema suportaria atingir sem que se torne instável. Porém, no que concerne ao professor, ser complexo, este já carrega consigo uma bagagem sócio-histórica e profissional que pressupõe alguma criticidade, mais ou menos aprimorada, em suas escolhas. Logo, acreditamos que não apenas a velocidade, como também a qualidade da informação é importante para que as flutuações sejam bem refletidas no comportamento profissional do docente.

Prigogine concordaria conosco, uma vez que ele próprio afirmou que as leis que descrevem os sistemas lineares não constituem o contexto suficiente para definir o ser humano. Com isso, apostamos que formações com discursos mais sólidos têm mais chances de desestabilizar a postura profissional dos docentes.

Por outro lado, não podemos descartar também a hipótese de que pequenos fenômenos, acontecendo em momentos oportunos, possam ganhar uma grande proporção na subjetividade do professor, trazendo alguma novidade para a sua conduta profissional. Assim, além da formação inicial e continuada, as experiências subjetivas que o professor vive em seu contexto escolar também podem ter força para moldar o seu perfil profissional. Lembremo-nos que as flutuações podem ter origem externa e/ou interna, e que aparecem e desaparecem o tempo todo,

ou seja, possuem um grande volume, o que aumenta a probabilidade de que algumas delas se instaurem. Por outro lado, elas só se amplificam caso tenham feedback positivo, ou seja, a subjetividade docente continua sendo um fator ainda anterior à probabilidade neste contexto.

Há também outra situação que queremos destacar. Se um professor começar a propagar sua informação advinda de uma flutuação disruptiva, é possível essa flutuação tenha reflexos e provoque novas flutuações. Se alguma dessas flutuações for também assertiva, o processo continua enquanto alguma flutuação se fizer assertiva. Com isso, a depender das condições do meio em que as flutuações são causadas pelos professores, elas podem se ampliar para além da subjetividade docente e começar a desestabilizar também os seus colegas de profissão, os alunos, até que se desestabilize toda a comunidade escolar local, gerando transformação. Tão grande e volumoso pode ser esse processo de flutuações e bifurcações consecutivas que pode chegar a desestabilizar outras comunidades escolares, e caso sua propagação tenha força suficiente, outras cidades, outros estados e assim sucessivamente, até atingir o sistema educacional, fazendo com que se reestruture, se diferencie. Assim como Prigogine (1991), também acreditamos que as revoluções assim aconteceram e acontecem.

*E muito frequente a ideia de que foi de grupos restritos, excluídos e às vezes até perseguidos pelo resto da sociedade, que vieram certas inovações que abalaram essa mesma sociedade: poder inovador de grupos minoritários caracterizados por uma situação marginal em relação aos circuitos dominantes. (Prigogine & Stengers, 1991, p. 132).*

Não podemos ignorar que todo esse processo de mudança de postura profissional vivida pelos professores se desenvolve coexistindo zonas de probabilidade e zonas deterministas. As zonas de probabilidade são as flutuações propiciadas pela vivência escolar ou pelos processos formativos que o professor passa. As zonas deterministas são as bifurcações<sup>51</sup> (períodos de estabilidades) seguidas quando o professor incorpora ou altera alguma atitude profissional. Não sabemos que caminho os docentes seguirão após a formação, logo, não há como fazer um planejamento determinístico dos resultados de nossos cursos de formação de professores, mas precisamos considerar essas características dos sistemas não lineares se quisermos otimizar nossos cursos de formação de professores.

---

<sup>51</sup> Ponto de bifurcação e bifurcação são conceitos diferentes, Ponto de bifurcação é o ponto em que o sistema pode escolher um dentre os múltiplos caminhos possíveis. Esse caminho escolhido é a bifurcação seguida. Só se torna uma bifurcação se for estável e resistir as flutuações que se seguirão até que se tenha outro ponto de bifurcação.

Precisamos ter em mente que na formação docente, inicial e continuada, trabalhamos com material humano e que as suas etapas envolvem investimento financeiro, técnico e de tempo. Com isso, quanto mais conhecimento tivermos das potencialidades e limites das formações que oferecemos, melhor poderemos administrar nossos recursos humanos e materiais. Assim como não há certezas no mundo científico, nas formações de professores também não há certezas. O determinismo não deve ter espaço lá e tão pouco aqui. Devemos ao invés disso, na concepção desses cursos, privilegiar os comportamentos qualitativamente diversos que os docentes têm/terão e que dependem tanto das flutuações em que esse docente resiste ou aceita e, conseqüentemente, da sua história profissional.

Enquanto formadores de docentes, também somos tentados a questionar: estarão nossos docentes preparados para receber essas flutuações de forma a recebê-las eficazmente? Nossos cursos de formação de professores ensinam os professores a serem críticos quanto as flutuações que eles recebem? Nossos professores se sentem pertencidos o bastante para abraçar flutuações e fazer transformações? Neste momento temos mais perguntas do que respostas, mas isso não nos incomoda. Esperamos, na verdade, que estas questões nos desestabilizem, instigando também outros pesquisadores a refletirem sobre elas. E que não tenhamos medo propor e/ou apoiar revoluções, por mais disruptivas que pareçam, pois, como apontou Prigogine, elas podem acontecer, ainda que não tenham nicho estabelecido.

Neste sentido, Prigogine nega a ausência de referência ao observador no campo científico – e nós rejeitamos qualquer teoria que desconsidere a bagagem humana do professor enquanto ser social inserido no seio do sistema educacional; enquanto ser social que pertence e é pertencido não só ao sistema educacional, mas ao mundo que ele ajuda a compor.

Mas antes de qualquer proposição, refletiremos sobre a relação das estruturas dissipativas, outro importante conceito prigoginiano, com a formação de professores da área de Educação em Ciências.

Considerando a Educação como um sistema complexo que envolve diversos fatores interconectados - alunos, professores, currículos, ambientes de aprendizado e políticas educacionais -, acreditamos que a TED possa ser útil na discussão de diversas temáticas do campo educacional. Mesmo que isto ainda não seja usual no meio educativo, se tomarmos a Educação como um sistema não linear (produzido por humanos e para humanos), conseguiremos vislumbrar algumas possíveis correlações significativas entre a TED e o campo educacional.

A TED pode, por exemplo, lançar luz sobre a natureza dinâmica e multifacetada dos

ambientes de aprendizado. Essa abordagem também poderia ser útil para identificar pontos críticos de influência e colaboração dentro dos sistemas e das escolas. Outro ponto de aplicação relevante seria na compreensão dos processos de gestão escolar. Estas são apenas algumas temáticas que pensamos nesse primeiro momento tomando como norte a pesquisa de Davis e Sumara (2006). Correlações bem mais profundas e necessárias poderiam emergir se continuássemos nessa direção. Mas nosso enfoque é um pouco mais específico (ainda que acabe abrangendo todos essas temáticas que acabamos de propor): gostaríamos nesta pesquisa de destacar, especialmente, a importância da TED para a formação do perfil profissional do professor nos cursos de formação inicial.

Primeiramente, é importante que reconheçamos que a TED, por ressaltar a dinâmica não linear, a adaptabilidade diante das mudanças e a auto-organização como elementos fundamentais, oferece um arcabouço conceitual valioso para a compreensão e aprimoramento do processo formativo dos docentes. Grossman *et al.* (2009) vai ao encontro do nosso posicionamento ao afirmar que a formação docente pode ser comparada a um sistema complexo de desenvolvimento profissional.

Darling-Hammond (2017) destaca a importância da adaptabilidade dos professores em face de constantes mudanças nas práticas educacionais. E se compreendermos os professores como sistemas complexos, como já argumentamos anteriormente, vemos que estes estão constantemente sujeitos a mudanças em seu ambiente de trabalho. Tais mudanças são provenientes das diversas flutuações que atravessam os professores e podem ser de natureza pedagógica, cultural, política e até tecnológica. Ressaltamos que os docentes devem estar preparados para enfrentar essas mudanças ou para se adaptarem a elas, assim como as estruturas dissipativas resistem ou se ajustam aos pontos de bifurcação.

Ampliando essa discussão, Ingersoll e Strong (2011) acreditam que a formação de professores deve promover a auto-organização e a adaptação às diversas demandas encontradas pelos docentes em sua trajetória profissional<sup>52</sup>. Nessa perspectiva, os professores se comportariam analogamente às estruturas dissipativas no que tange à habilidade de ajustar suas estratégias às necessidades e características de seus alunos e da sua comunidade escolar.

Porém, da mesma forma como não podemos prever o futuro de um sistema dissipativo,

---

<sup>52</sup> Não tratamos aqui de uma formação de professores no estilo tradicional. Muito menos enxergamos os professores como atores com posicionamento passivo. Na verdade, compreender o professor como uma estrutura dissipativa faz um caminho contrário ao que os mecanismos de controle almejam. O professor enquanto estrutura dissipativa é empoderado de criticidade, autonomia e capacidade de ruptura social e política.

também não podemos com precisão prever quais desafios o professor enfrentará em seu cotidiano escolar. Não há como prever quais flutuações serão efetivas na personalidade e trajetória profissional do docente, tampouco qual dentre as bifurcações possíveis esse professor seguirá. Assim, a incerteza dos sistemas complexos é um conceito diretamente aplicável, por analogia, ao contexto da formação de docentes. Cochran-Smith e Lytle (2009) apontam a necessidade para que preparemos os professores para lidar com a incerteza inerente à profissão. Os autores apontam o fato de que nem mesmo as respostas que os alunos dão em sala de aula podem ser previsíveis.

Essas correlações que apresentamos revelam como a TED pode fornecer *insights* relevantes para a compreensão do perfil profissional docente. O fato da TED sugerir que se privilegie a questão dos professores estarem posicionados em ambientes educacionais complexos essencialmente nos parece ser bastante promissor. Percebemos também que as questões levantadas pela TED para o contexto da formação de professores se alinham com as discussões de Conklin e Zeichner (2005), que enfatizam a importância de uma formação docente que seja sensível ao contexto e dinâmica da educação contemporânea, e naturalmente mais complexa.

Dito tudo isso, temos elementos suficientes para acreditar que a teoria das estruturas dissipativas (TED) empresta uma abordagem teórica promissora para examinar a formação de professores e o perfil profissional docente.

### *3.3 AFETIVIDADE E O GOSTO COMO ELEMENTOS DO MODELO ONTOLÓGICO DE PERTENCIMENTO DOCENTE*

Refletiremos agora sobre os dois principais elementos que caracterizam o MOPD: a *afetividade* e o *gosto*. Quanto a afetividade, Mahoney & Almeida (2005, p. 19) a definem como “à capacidade, à disposição do ser humano de ser afetado pelo mundo externo/interno por sensações ligadas a tonalidades agradáveis ou desagradáveis”. Com isso, para estes autores ser afetado é reagir com atividades internas/externas que a situação desperta. No entanto, é preciso esclarecer que no contexto do MOPD, quando falamos de afetividade, estamos tratando do “sentimento construído através da vivência, da experiência, do reconhecimento e principalmente do respeito ao outro” (Pereira & Gonçalves, 2010, p. 12).

No que tange especificamente ao contexto da área de Educação em Ciências, Silva (2022) afirma que este é um segmento de pesquisa que carece de debate em nível nacional. O autor aponta que tanto o ensino das ciências naturais quanto exatas ainda apresenta um padrão

formalístico, centrado no docente, nos materiais didáticos, em aulas expositivas e na resolução de exercícios. Por outro lado, por meio de um levantamento bibliográfico, Silva (2022) aponta que tem sido reforçada a vertente da pedagogia afetiva. Nessa vertente a afetividade é tomada como um elemento impar para a construção do saber matemático e científico. Nas próprias palavras de Silva, os caminhos que a Educação em Ciências tem tomado reafirmam

*a indissociabilidade entre afeto e cognição no cenário educacional, apontando para a importância da formação do professor pautada nas discussões de caráter metacognitivo como possibilidade para a reflexão e tomada de consciência da relação mútua entre as diferentes variáveis que contribuem para esta aprendizagem (Silva, 2022, p. 1).*

Nesse sentido, Silva (2022) também afirma que por meio das relações sociais é possível a construção da pessoa enquanto sujeito e que ao enxergar através das relações a si próprio, o docente passa a conhecer-se e a ter o seu *pertencimento*. Ainda assim, Carminatti & Del Pino (2020) nos alertam da hipótese de que as formações iniciais e continuadas talvez não estimulem a discussão sobre a afetividade entre os professores que irão atuar ou já atuam no Ensino de Ciências. Estes autores apontam que os baixos números de publicações com o enfoque na afetividade no cenário nacional se dão à predominância de um ensino basicamente conteudista e tradicional. Com isso, Carminatti & Del Pino (2020) apontam que a afetividade deve englobar a Educação em Ciências como um todo, não se restringindo a aulas exclusivamente lúdicas ou experimentais, como comumente é feito. Em suma, os autores ressaltam a necessidade de que consideremos a afetividade na prática docente do professor de ciências, o que, conseqüentemente, melhoraria o contexto geral da Educação em Ciências.

Tratemos agora da questão do *gosto* no contexto do professor de ciências. Lima Junior *et al.* (2022) introduzem a noção de gosto pelo ensino de uma disciplina, especialmente as científicas, como uma estrutura conceitual para analisar a estética do desenvolvimento docente enquanto processo que se dá ao longo da vida. Segundo os autores, existe uma *disposição prática* (em oposição a uma disposição teórica) que desempenha um papel importante no desenvolvimento do gosto individual pelo ensino de ciências. Lima Junior *et al.* (2022) salientam que essa disposição produz uma forte continuidade entre as experiências primeiras do docente, enquanto ser social que existe nesse mundo, e suas experiências posteriores, enquanto professor de ciências que constrói sua vivência profissional. Os autores afirmam que a discussão sobre o gosto pela ciência é fundamental para que consigamos compreender educação científica de forma mais humana.

Com abordagem similar, Anderhag *et al.* (2015) compreendem o gosto pela ciência como uma operacionalização social e comunicativa da construção do interesse científico que é orientada psicologicamente. Para os autores, adquirir o gosto pela ciência equivale a um processo contínuo e social onde os aspectos cognitivos, estéticos e normativos da participação nas práticas científicas são incorporados como hábitos. Quanto ao contexto escolar, Anderhag *et al.* (2015) afirmam que adquirir gosto pela ciência como parte das atividades científicas escolares significa desenvolver hábitos de desempenho e valorizar certas distinções sobre maneiras de falar, agir e ser que são conjuntamente construídas como pertencentes à sala de aula de ciências escolar.

Alencar *et al.* (2022, p. 77) vão nessa mesma direção e afirmam que “aprender ciência não pode se reduzir apenas aos conteúdos conceituais” e que por isso eles defendem “a relevância das dimensões: entendimento, sentimento e *pertencimento*”. Para estes autores o *gosto por ciência* é um conceito capaz de explicar o sentimento de entendimento e pertencimento. “Em outras palavras, o gosto por ciência, além de englobar o conhecimento, emoções e sentimentos, implica o pertencimento. Esse pertencimento é entendido como vontade e capacidade de participar da ciência” (Alencar *et al.*, 2022, p. 78).

No âmbito do MOPD, a questão do gosto ultrapassa a dimensão do gosto pela ciência e se direciona também para outros pontos. Com isso, o professor pertencido tem gosto pela ciência, mas igualmente também tem gosto pelo político, pelo humano e pelo democrático. Podemos dizer então que este professor pelo progressismo. No que tange a profissionalidade, este docente que ensina ciências também tem gosto (e não preconceito) pela pedagogia, pelo ato de ensinar e pelas teorias e metodologias de ensino. Ressaltamos que tudo isso é inerente ao professor pertencido, não precisa ser ensinado. Mas pode ser direcionado, uma vez que é construído enquanto ele se constrói indivíduo. Daí a importância das formações de professores se atentarem para o impacto do pertencimento na profissionalidade docente.

Após discutirmos brevemente a questão da afetividade e do gosto, os dois principais elementos do MOPD, vemos que estes dois sentimentos se retroalimentam, por outro lado percebemos também que estamos dialogando sobre categorias bastante subjetivas. Isso pressupõe que suas respectivas discussões tenham o cuidado apropriado e não que nos abstenhamos delas por serem consideradas complexas ou por não sabermos (ainda) como operá-las. O MOPD, ao se apropriar dessas duas categorias, evidencia lacunas que merecem atenção no contexto da Educação em Ciências. Ao aprofundarmos nossa compreensão sobre o gosto e a afetividade do professor que ensina ciências, avançaremos não apenas na proposição do

MOPD, mas também no progresso da própria Educação em Ciências como área de pesquisa.

#### **4 IMPLICAÇÕES DO MODELO ONTOLOGICO DO PERTENCIMENTO DOCENTE PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

A proposta de MOPD que propomos foi concebida para atender a todos os professores que ensinam Ciências, independentemente do componente curricular a que estejam envolvidos. Seu *design* aberto e inclusivo permite que tanto professores das ciências naturais quanto os professores das ciências sociais possam ter o seu perfil revelado a partir do MOPD. Desta forma, nossa proposta opta por uma visão integrada e abrangente de Ciência que supera quaisquer supostas disputas entre as duas culturas, assim como pressupõem as ciências da complexidade.

Ainda que todos os professores possam igualmente se beneficiar da proposta de ontologia do pertencimento, mas considerando a urgência pela consolidação de uma alfabetização científica eficiente e emancipadora (Reis, 2021), nesta seção trataremos especificamente do contexto dos professores das ciências naturais. Nada mais justo uma vez que a Educação em Ciências foi pano de fundo que nos possibilitou a concepção deste modelo que propomos.

Mas antes de começarmos a do tratar do impacto do MOPD na profissionalidade dos docentes da área de Educação em Ciências, precisamos fazer um esclarecimento. Alguns aspectos que discorreremos nesta seção podem se assemelhar com outras perspectivas educacionais de formação de professores, como o modelo de professor reflexivo e o modelo de professor intelectual crítico. Por outro lado, o que diferencia o MOPD é a não necessidade de implementação e de indução, pois estes elementos que o caracterizam pertencidos já lhe são inerentes. Com isso, diferente dos demais modelos, este professor dispensa recomendações ou imposições para atingir a ontologia de sua profissionalidade. Essa ontologia já o precede, sendo construída em sua jornada humana por meio de processos de flutuação, bifurcação e dissipação. Dado este contexto, compreendemos que é inerente à profissionalidade pertencida ter o compromisso ético e moral como fundamentos para entenderem e praticarem a práxis da Educação em Ciências.

Nesse sentido, não temos a necessidade de que abordagens como a perspectiva *CTSA* (*Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente*), *História, Filosofia e Sociologia da Ciência*, dentre outras, sejam incutidas nesse professor. O professor pertencido já é inclinado a buscá-las e assimilá-las, pois, a ontologia pertencida docente já pressupõe compreender que essas

abordagens são essenciais para o seu desenvolvimento profissional e sua prática pedagógica. Esse contexto confere ao professor uma maior sensibilidade e afetividade para entender os obstáculos, os limites e possibilidades do uso dessas abordagens na Educação Científica. Frisamos, por outro lado, que a busca por essas e outras abordagens como alternativas à prática docente são ampliadas e otimizadas durante as flutuações vivenciadas pelo professor pertencido durante seus processos formativos.

Dito isso, o MOPD se apresenta como uma abordagem inovadora, redefinindo o papel do educador na promoção do aprendizado científico e modificando a maneira como a Ciência é ensinada e aprendida. Neste sentido, o professor pertencido ensina buscando empoderar seus educandos por meio do conhecimento científico e da propagação do senso de pertencimento à ciência que se ensina/aprende/produz. Os professores pertencidos utilizam então a Educação em Ciências como um meio para empoderar os alunos a ocuparem espaços e contribuírem para um mundo mais informado e justo.

O MOPD coloca o pertencimento epistemológico no centro da formação docente em Ciências, posicionando os sujeitos da comunidade escolar como membros ativos da própria comunidade escolar e também da comunidade científica e geográfica. Essa mudança de perspectiva é fundamental para tornar a Educação em Ciências mais envolvente e significativa para os alunos.

Na verdade, os próprios conceitos prigoginianos que fundamentam o MOPD podem ser diretamente utilizados tanto nos cursos de formação de professores quanto nos processos de ensino/aprendizagem da Educação em Ciências. Morin (2008) corrobora nosso argumento ao afirmar que os cursos de formação docente devem preparar os professores para compreenderem a complexidade e a incerteza presentes nos fenômenos naturais, correlacionando essas ideias com a necessidade de ensinar ciências de maneira mais contextualizada e interdisciplinar.

Por outro lado, ainda que necessária, sabemos que a consolidação da Educação em Ciências de forma efetiva é um processo complexo, com barreiras que são reais, significativas e que muitas vezes estão fora do nosso controle direto (Dong *et al.*, 2020). Apresentaremos agora exemplos de possíveis contribuições do professor pertencido no enfrentamento das principais dificuldades que perpassam esse processo.

Um desses desafios é a obtenção de recursos financeiros para a educação científica (Ejiwale, 2013). Neste cenário, ainda que não seja seu papel, o professor pertencido, com seu perfil de liderança e forte senso de pertencimento, trabalha junto à comunidade escolar, científica e geográfica buscando minimizar os prejuízos causados pela falta de financiamento e

apoio à educação científica. Dado o contexto educacional que vivemos, o professor pertencido naturalmente luta pela transformação da realidade de sua comunidade escolar, mas enquanto isso não se concretiza, ele usa todos os recursos possíveis para garantir que seus educandos tenham a oportunidade de desenvolver as habilidades e adquirir os conhecimentos necessários que lhes possibilitem escolher o melhor caminho bifurcante possível.

Não seria uma prática incomum ao professor pertencido, por exemplo, trazer biólogos, químicos e físicos locais para visitar sua comunidade escolar para partilharem as suas experiências e discutir o papel que as suas respectivas ciências desempenham na resolução de problemas quotidianos e sociocientíficos. Esta interação não só poderia despertar o interesse dos alunos, mas também poderia lhes fornecer modelos e inspiração para seguirem carreiras científicas. Este professor teria então cumprido seu papel de profissional pertencido. Papel esse que atende uma perspectiva pessoal, não temos dúvida disso, mas que também se direciona para o bem comum.

O professor pertencido compreende que empoderar estes alunos com conhecimento científico e pertencimento promove flutuações que tendem a resultar numa sociedade mais justa (Prigogine & Stengers, 1991). A intenção é que tenhamos uma configuração social em que profissionais pertencidos (oriundos de uma educação escolar e acadêmica pertencente) ocupariam posições importantes e influentes nos mais diversos setores cada vez mais frequentemente.

Outro desafio para a implementação da educação científica é a falta de diversidade que cercam este campo (Ejiwale, 2013). Neste sentido, os professores pertencidos trabalham para quebrar possíveis estereótipos e assimetrias sociais, buscando promover um ambiente mais inclusivo e encorajador para que todos os alunos possam se envolver com a Ciência. Estes professores desafiam a noção de que a Ciência é apenas para alguns (e.g., homens, hetero, bem-nascidos, brancos). Desta forma, é mister ao professor pertencido demonstrar que o saber científico é possível para todos, pois, inerentemente, enquanto seres que compomos este universo, esse saber nos pertence, e nós pertencemos a ele, independentemente do grupo étnico-social ao qual estejamos inseridos. O professor pertencido tem um papel muito importante de democratização da educação científica e desconstrução de imagens distorcidas do trabalho científico.

Dentro do campo da Educação em Ciências, um desafio adicional é a necessidade de desmistificar a percepção de que as disciplinas científicas são enfadonhas ou desinteressantes (Ejiwale, 2013). Os professores pertencidos reconhecem essa barreira e trabalham ativamente

para alterar esta realidade, abordando uma queixa comum dos alunos de que o trabalho escolar não tem nada a ver com suas vidas reais. Eles se esforçam em encontrar maneiras de envolver os alunos de forma mais eficaz, tornando as ciências envolventes e acessíveis.

Obviamente não esgotamos todos os problemas enfrentados pela Educação em Ciências, tampouco apresentamos todas as ações possíveis ao professor pertencido neste contexto. Além de não ser nossa intenção, esta investigação não suportaria tal extensão e nem tal profundidade de discussão. Por outro lado, achamos importante ao menos iniciar essa discussão para realmente mostrar a relevância que tem o professor pertencido neste processo de construção de uma educação científica humanizada, eficaz e pertencente. Mas mais que isso, pretendemos que nossos colegas vejam nesse processo de discussão uma lacuna importante de aplicação do MOPD dentro da Educação em Ciências e se engajem nessa perspectiva que, ao nosso ver, é bastante promissora. Continuar essa discussão certamente está no nosso radar de perspectivas futuras.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa investigação foi norteada por alguns questionamentos, aos quais tentamos responder por meio da proposição do modelo ontológico de pertencimento docente e apresentação de seus dois principais elementos: a afetividade e o gosto. Retornamos agora para esses questionamentos afim de fechar nossa discussão. O primeiro deles foi: *qual a importância da análise do sentimento de pertencimento para o contexto educacional da área de Educação em Ciências?* De maneira bem simplista, a análise do sentimento de pertencimento é importante para a Educação em Ciência porque o pertencer corrobora com o projeto progressista que vislumbramos para nosso mundo. Consideramos, desta forma, que o sentimento de pertencimento aproxima a educação de seu objetivo libertário. Desta forma, o sentimento de pertencimento, sendo parte integrante da educação emancipatória inquieta educandos e educadores a buscarem transformar seus espaços, conscientizando os educandos do seu lugar no mundo. Ou seja, considerar a existência da presença do pertencimento é importante para a educação emancipatória, uma vez que esta pretende promover o empenho do homem na transformação da sua própria realidade.

*Qual a interpretação do pertencimento a partir do constructo teórico prigoginiano?* Primeiramente, é preciso termos em mente que para o pensamento-Prigogine a Física newtoniana não é mais inquestionável e que a temporalidade já não pode mais ser

desconsiderada, assim como o faz a ciência clássica. Desta forma, o nosso diálogo com a natureza (que é múltipla e complexa) não pode mais ser tomado como um simples sobrevoo sobre os fenômenos. A ciência não pode mais estar contra a natureza, negando a sua complexidade em nome de um mundo idealizado, conduzido por algumas poucas leis simplistas, deterministas e imutáveis. Diferentemente disso, Prigogine nega a visão mecanicista da natureza e coloca a ciência de volta ao domínio da linguagem humana e considera um tempo humano - regido por regras macroscópicas (sociais e biológicas), e não pelas regras previstas pela mecânica newtoniana.

Ao assumir que as escolhas, as possibilidades, a incerteza, são ao mesmo tempo propriedades do universo e da existência humana, Prigogine propõe um forte vínculo, uma séria similaridade entre os seres humanos e o universo que descrevemos. Prigogine nos atenta, desta forma, para o momento de integrarmos esse mundo, de pertencermos a este mundo. Estamos mais próximos do mundo que queremos conhecer, do que imaginávamos, sendo a atividade humana criativa e inovadora uma amplificação de traços já presentes no mundo físico. E são justamente essas conexões que embasam o pertencimento na perspectiva prigoginiana: o pertencimento a alguma coisa (ao mundo, à natureza, à ciência) que vemos também em nós. Em outras palavras, o pertencimento na perspectiva prigoginiana pode ser visualizado através do frutífero diálogo que reintegra o ser humano ao universo que ele observa – *A Nova Aliança*, como anunciado por Prigogine.

*Esse pertencimento, tomado como categoria epistemológica, é capaz de influenciar a construção do professor enquanto profissional?* Apesar da reflexão apresentada neste trabalho ser ainda uma discussão inicial, mas amparados na articulação teórica até aqui construída, suspeitamos que essa percepção que o docente tem da ciência que ele testemunha é um dos fatores que moldam a postura profissional deste docente. Isso porque quando o próprio docente não se sente incluído no universo que apresenta aos alunos, é possível que alguns problemas sejam evidenciados no fazer didático deste professor devido à falta de engajamento no discurso durante o processo de ensino-aprendizagem. Situação diferente poderia ser percebida, se o professor compreendesse que o mundo que existe dentro dele converge com o mundo que ele enxerga ao seu redor. Em outras palavras, acreditamos que as posturas didática e profissional do docente que compreende seu lugar no mundo, apresente aspectos diferentes daqueles que, mesmo em seus subconscientes, não se sentem pertencidos a este mundo, à nossa ciência, à natureza.

*Afinal de contas, é importante refletir se o professor se sente pertencido à ciência que*

*ele ensina?* Para Prigogine, a ciência só será benéfica para o ser humano quando conseguirmos plantar a atitude científica no seio da sociedade e para que isso aconteça é preciso que os cientistas entendam de maneira mais holística, os fenômenos que investigam. Da mesma forma, acreditamos na necessidade de que os docentes compreendam melhor a ciência que eles ensinam, propiciando, conseqüentemente, que a humanidade consiga também enxergar os benefícios da ciência. Daí a relevância de se refletir acerca do sentimento de pertencimento do professor à ciência que ele ensina.

Por fim, toda esta discussão nos faz acreditar que a problematização do pertencimento do professor à ciência que ele ensina é uma problemática ainda anterior aos conteúdos formais dos cursos de formação docente, pois temos indícios, ainda que teóricos, de que o sentimento de pertencimento tem potencial para influenciar o perfil profissional dos professores, principalmente dos que ensinam ciências. Apostamos no avanço destas discussões para que, após o seu amadurecimento, elas possam efetivamente ser consideradas e, assim, contribuir para o campo da Educação em Ciências, principalmente na linha de formação de professores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, L. A.; SILVA, S. G.; LIMA JUNIOR, P. Sinais de gosto por ciência: uma análise de como um professor reconhece a distinção de um estudante. **Revista Nova Paideia - Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa**, v. 4, n. 3, p. 76–87, 25 abr. 2022.

ALLEN, K. A.; BOWLES, T. Australian Journal of Educational and Developmental Psychology. **Belonging as a guiding principle in the education of adolescents**, v. 12, p. 108–119, 2012.

AMARAL, A. L. **Pertencimento** **Dicionário dos direitos humanos**. [s.l.: s.n.].

ANDERHAG, P.; WICKMAN, P.-O.; HAMZA, K. M. Signs of taste for science: a methodology for studying the constitution of interest in the science classroom. **Cultural Studies of Science Education**, v. 10, n. 2, p. 339–368, jun. 2015.

ANGOTTI, J. A. P. **Ensino de Ciências e Complexidade**. Atas do II ENPEC. **Anais...** Em: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Valinhos, SP: 1999. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/ii-enpec/trabalhos/A28.pdf>>

ARENDT, H. **Origens do totalitarismo**. Tradução: Roberto Raposo. 1. reimpr ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

ARISTÓTELES. **Ética a Nicômaco**. 4. ed ed. São Paulo: Martin Claret, 2008.

BALGOPAL, M. M. et al. A sense of belonging: The role of higher education in retaining quality STEM teachers. **PLOS ONE**, v. 17, n. 8, p. e0272552, 17 ago. 2022.

BAUMEISTER, R. F. Need-to-belong theory. Em: VAN LANGE, P. A. M.; KRUGLANSKI, A. W.; HIGGINS, E. T. (Eds.). **Handbook of theories of social psychology**. London: Sage, 2012. p. 121–140.

BAUMEISTER, R. F.; LEARY, M. R. The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. **Psychological Bulletin**, v. 117, n. 3, p. 497–529, 1995.

CAMPOS, R. S. P. DE; CAMPOS, L. M. L. A formação do professor de ciências para os anos iniciais do Ensino Fundamental e a compreensão de saberes científicos. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 13, n. 25, p. 135, 31 dez. 2016.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo (SP): Cultrix, 2010.

CARMINATTI, B.; DEL PINO, J. C. A relação professor-aluno e a afetividade no ensino de ciências do ensino médio: levantamento bibliográfico do cenário educacional brasileiro. **Revista Contexto & Educação**, v. 35, n. 111, p. 148–169, 2020.

CARVALHO, R. F. **Temporalidade e Historicidade em Ilya Prigogine**. Goiânia - GO: Universidade Federal de Goiás - Faculdade de História - Programa de Pós-graduação em História, 2012.

COCHRAN-SMITH, M.; LYTLE, S. L. **Inquiry as stance: practitioner research for the next generation**. New York ; London: Teachers College Press, 2009.

CONKLIN, H. G.; ZEICHNER, K. M. Teacher Education Programs. Em: COCHRAN-SMITH, M.; ZEICHNER, K. M. (Eds.). **Studying teacher education: the report of the AERA Panel on Research and Teacher Education**. Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum Associates, 2005. p. 645–736.

COUSIN, C. DA S. **Pertencimento ao lugar e a formação de educadores ambientais: um diálogo necessário**. , 2013.

COUTINHO, J. Essencialidade e existencialidade em Santo Agostinho. **Didaskalia**, p. 95- 114 Páginas, 1 jan. 1989.

DARLING-HAMMOND, L. Teacher education around the world: What can we learn from international practice? **European Journal of Teacher Education**, v. 40, n. 3, p. 291–309, 27 maio 2017.

DAVIS, B.; SUMARA, D. J. **Complexity and education: inquiries into learning, teaching, and research**. Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum Associates, 2006.

DONG, Y. et al. Understanding intrinsic challenges to STEM instructional practices for Chinese teachers based on their beliefs and knowledge base. **International Journal of STEM Education**, v. 7, n. 1, p. 47, dez. 2020.

EJIWALE, J. A. Barriers To Successful Implementation of STEM Education. **Journal of Education and Learning (EduLearn)**, v. 7, n. 2, p. 63–74, 1 maio 2013.

FESER, M. S. Students' and student teachers' sense of belonging to science: what do we know

so far? **Journal of Baltic Science Education**, v. 20, n. 3, p. 340–343, 10 jun. 2021.

FRÓIS, K. P. Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas. **Uma breve história do fim das certezas ou o paradoxo de Janus**, v. 63, p. 1–12, 2004.

GASTAL, C. A.; PILATI, R. Escala de Necessidade de Pertencimento: Adaptação e Evidências de Validade. **Psico-USF**, v. 21, n. 2, p. 285–292, ago. 2016.

GROSSMAN, P.; HAMMERNESS, K.; MCDONALD, M. Redefining teaching, re-imagining teacher education. **Teachers and Teaching**, v. 15, n. 2, p. 273–289, abr. 2009.

HABERMAS, J. **Teoria do agir comunicativo. 1: Racionalidade da ação e racionalização social / Jürgen Habermas. Tradução: Paulo Astor Soethe. Revisão técnica: Flávio Beno Siebeneichler.** Tradução: Paulo Soethe; Tradução: Flávio Siebeneichler. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012.

HAGERTY, B. M. K. et al. Sense of belonging: A vital mental health concept. **Archives of Psychiatric Nursing**, v. 6, n. 3, p. 172–177, jun. 1992.

INGERSOLL, R. M.; STRONG, M. The Impact of Induction and Mentoring Programs for Beginning Teachers: A Critical Review of the Research. **Review of Educational Research**, v. 81, n. 2, p. 201–233, jun. 2011.

JESUS, C. P. F. D.; ROCHA, S. M. S.; PORTO, P. S. D. S. A educação CTS/CTSA como facilitador do processo de ensino e aprendizagem. **Kiri-Kerê - Pesquisa em Ensino**, n. 12, 30 jun. 2022.

KACHCHHAP, S. L.; HORO, W. Factors Influencing School Teachers' Sense of Belonging: An Empirical Evidence. **International Journal of Instruction**, v. 14, n. 4, p. 775–790, 1 out. 2021.

KANT, I. **Crítica da razão pura**. São Paulo (SP): Nova Cultural, 1999.

KRASILCHIK, M. Caminhos do Ensino de Ciências no Brasil. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, p. 3–8, 1992.

LENOBLE, R. **História da idéia de natureza**. Tradução: Teresa Louro Perez. Lisboa: Edições 70, 2002.

LESTINGUE, S. R. **Olhares de educadores ambientais para o estudo do meio e pertencimento**. Tese de Doutorado—São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, 2004.

LIBBEY, H. P. Measuring Student Relationships to School: Attachment, Bonding, Connectedness, and Engagement. **Journal of School Health**, v. 74, n. 7, p. 274–283, set. 2004.

LIMA JUNIOR, P.; ANDERHAG, P.; WICKMAN, P.-O. How does a science teacher distinguish himself as a good professional? An inquiry into the aesthetics of taste for teaching. **International Journal of Science Education**, v. 44, n. 5, p. 815–832, 24 mar. 2022.

LIMA, M. S.; FIZZ, D. L. Permanência, pertencimento e desejo de docência: efeitos de sentidos

de ser professor. **Revista Conexão Letras**, v. 13, n. 19, 20 jul. 2018.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e Fundamentos da Educação Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

MAHONEY, A. A.; ALMEIDA, L. R. Afetividade e processo ensino-aprendizagem: contribuições de Henri Wallon. **Psicologia da educação [online]**, n. 20, p. 11–30, 2005.

MARX, K. **Crítica da filosofia do direito de Hegel**. 2. ed. revista. 3. ed ed. São Paulo: Boitempo, 2013.

MASLOW, A. H. **Motivation and personality**. 3rd ed ed. New York: Harper and Row, 1987.

MASSONI, N. T. Revista Brasileira de Ensino de Física. **Ilya Prigogine: uma contribuição à filosofia da ciência**, v. 30, n. 2, p. 2308-1-2308–8, 2008.

MENEGHETTI, F. K. O que é um ensaio-teórico? **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 2, p. 320–332, abr. 2011.

MIKKI, S. On the Direction of Time: From Reichenbach to Prigogine and Penrose. **Philosophies**, v. 6, n. 4, p. 79, 24 set. 2021.

MULVEY, K. L. et al. The role of inclusion, discrimination, and belonging for adolescent Science, Technology, Engineering and Math engagement in and out of school. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 59, n. 8, p. 1447–1464, out. 2022.

OLIVEIRA, L. S. D.; BONFIM, M. N. B. Relationships at school: social representations of supervisors and teachers. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v. 14, n. 33, p. e14223, 15 set. 2021.

PAGANELLI, M. Prigogine, Stengers and the Abdication of Physics. **Pulse: a History, Sociology & Philosophy of Science Journal**, v. 5, p. 46–69, 2018.

PASCAL, B. **Pensamentos**. São Paulo: Martin Claret, 2003.

PEREIRA, M. J. DE A.; GONÇALVES, R. Afetividade: Caminho pada a aprendizagem. **Revista Alcance - Revista Eletrônica de EAD da UNIRIO**, v. 1, n. 1, p. 12–19, 2010.

PESONEN, H. **Sense of belonging for students with intensive special education needs: An exploration of students' belonging and teachers' role in implementing support**. Tese de Doutorado—Finlândia: University of Helsinki, Faculty of Behavioural Sciences, 2016.

PESSIS-PASTERNAK, G. **Será preciso queimar Descartes? do caos à inteligência artificial**. Lisboa: Relógio d'água, 1993.

PIMENTA, S. G. **Pedagogia E Pedagogos. Caminhos E Perspectivas**. 2ª ed. São Paulo (SP): Editora Cortez, 2006.

PORUSH, D. Science Fiction Studies. **Prigogine, Chaos, and Contemporary Science Fiction**, v. 18, n. 3, p. 367–386, 1991.

PRIGOGINE, I. **From being to becoming: time and complexity in the physical sciences**. San Francisco: W. H. Freeman, 1980.

PRIGOGINE, I. Parcerias Estratégicas. **A ciência numa era de transição**, v. 2, n. 3, p. 82–85, 1997.

PRIGOGINE, I. **The chaotic universe**. Singapore: World Scientific, 2000.

PRIGOGINE, I. **Ciência, Razão e Paixão**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

PRIGOGINE, I.; BLATTCHEN, E. **De l'être au devenir**. Bruxelles; Liège: Alice ; RTBF, 1998.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **Order out of chaos: man's new dialogue with nature**. New York, NY: Bantam Books, 1984.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **Entre o Tempo e a Eternidade**. 1. ed. Lisboa: Gradiva Publicações, 1990.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A Nova aliança: a metamorfose da ciência**. Brasília: Universidade de Brasília, 1991.

QUEIRÓS, W. P. **A articulação das culturas humanística e científica por meio do estudo histórico-sociocultural dos trabalhos de James Prescott Joule: contribuições para a formação de professores universitários em uma perspectiva transformadora**. Tese de Doutorado—Bauru - São Paulo: Universidade Estadual Paulista - UNESP, 2012.

QUINTAS, J. S. S. **Instituto de Física/Instituto de Química Faculdade UnB Planaltina**. [s.l: s.n.].

REIS, P. Desafios à Educação em Ciências em Tempos Conturbados. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, p. e21000, 2021.

RIBEIRO-DE-SOUSA, C. “Pertencimento/não pertencimento” Franz Kafka: um exemplo a ser lembrado. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 103, p. 63–80, dez. 2021.

ROQUÉ, A. J. Self-Organization: Kant's Concept of Teleology and Modern Chemistry. **The Review of Metaphysics**, v. 39, n. 1, p. 107–135, 1985.

SÁ, L. M. Pertencimento. Em: FERRARO, L. A. (Ed.). **Encontros e Caminhos: formação de educadores (as) ambientais e coletivos educadores**. Brasília: MMA Diretoria de Educação Ambiental, 2005.

SANTOS, D. G. G.; GUIMARÃES, M. Pertencimento: um elo conectivo entre o ser humano, a sociedade e a natureza. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 37, n. 3, p. 208–223, 21 ago. 2020.

SANTOS, M. C. **Ilya Prigogine - estabilidade afastada do equilíbrio e irreversibilidade temporal**. Goiânia - GO: Universidade Federal de Goiás - Programa de Pós-graduação em Filosofia, 2010.

SILVA, R. S. A importância da afetividade no ensino de ciências e matemática. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 5, p. 1–14, 2022.

SMITH, B. Ontology. Em: FLORIDI, L. (Ed.). **Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information**. Blackwell ed. Oxford: [s.n.]. p. 155–166.

ST-AMAND, J.; GIRARD, S.; SMITH, J. Sense of Belonging at School: Defining Attributes, Determinants, and Sustaining Strategies. **IAFOR Journal of Education**, v. 5, n. 2, 1 set. 2017.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petropolis: Editora Vozes, 2014.

TRINKENREICH, B. et al. Do I Belong? Modeling Sense of Virtual Community Among Linux Kernel Contributors. 2023.

WEBER, M. **A ética protestante e o “espírito” do capitalismo**. Tradução: Antonio Flávio Pierucci; Tradução: José Marcos Macedo. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

WITTGENSTEIN, L. **Investigações filosóficas**. 9. ed., 2<sup>a</sup> reimpr ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

*Eu preferiria estar seca, mas pelo menos estou viva.  
Que chova em mim.*

Rain on me – Lady Gaga & Ariana Grande, 2020

## APRESENTAÇÃO DO ARTIGO 6

O sexto artigo que compõe esta pesquisa doutoral tem o título de *A Compreensão do Pertencimento Epistemológico nos Modelos Formativos de Professores Sintetizados por Contreras*. É neste artigo que concretizamos o objetivo de minha tese.

Em linhas gerais, analisamos a categoria epistemológica pertencimento nos modelos de formação de professores sintetizados por Contreras, identificando, examinando e problematizando a presença e/ou ausência dessa categoria nos três modelos formativos mais difundidos no âmbito educacional. Dessa maneira, este artigo dá continuidade ao artigo anterior (onde foi realizada a triangulação entre o pensamento de Prigogine, o pertencimento e a percepção da ciência pelo professor de ciências), problematizando o pertencimento epistemológico em um objeto de estudo de grande relevância para a Educação em Ciências, que são os modelos formativos para professores sintetizados por Contreras.

A construção deste artigo se desenvolveu em torno da questão: *O que a categoria epistemológica de pertencimento revela de novo sobre os modelos formativos sintetizados por Contreras?* Novamente, não tivemos a pretensão de esgotar a discussão, devido à complexidade e abrangência dos temas abordados. Ao invés disso, e conscientes das limitações inerentes a um ensaio teórico, buscamos enriquecer a discussão sobre as estratégias formativas propostas por Contreras, ao mesmo passo que também alicerçamos um terreno teórico sólido para a construção do último artigo desta tese. De antemão podemos dizer que ficamos surpresos com a profundidade teórica que alcançamos e com as interconexões que conseguimos estabelecer a partir de nossas análises.

No corpo deste trabalho apresentamos (1) a síntese dos três modelos formativos delineados por Contreras - o modelo do professor especialista técnico, o modelo do professor reflexivo e o modelo do professor intelectual crítico; (2) a apresentação do conceito de autonomia segundo este autor; (3) nossa proposta de pertencimento como eixo transversal nos modelos de formação profissional docente; (4) a análise da categoria de pertencimento em cada um dos três modelos sintetizados por Contreras; e (5) a síntese do que o pertencimento epistemológico nos revela de novo sobre os modelos formativos propostos por Contreras.

Ressaltamos a importância deste ensaio teórico, uma vez que, além da relevância de suas discussões, não localizamos outras investigações na literatura que tenham abordado o pertencimento do docente enquanto categoria epistemológica nos modelos formativos de professores. Acreditamos que esta pesquisa possa ampliar a compreensão dos modelos de

formação de professores, introduzindo uma nova categoria de análise, *o pertencimento epistemológico*. Uma categoria que tem o potencial de enriquecer o desenvolvimento humano nos cursos de formação docente, rumo a uma educação verdadeiramente transformadora. Uma categoria que acredita numa educação que pertença mais ao professor do que aos mecanismos que lhe são impostos.

Te convidamos então a iniciar a leitura deste artigo. Esperamos que seja, ao mesmo tempo, agradável e instigante.

## A COMPREENSÃO DO PERTENCIMENTO EPISTEMOLÓGICO NOS MODELOS FORMATIVOS DE PROFESSORES SINTETIZADOS POR CONTRERAS

### RESUMO

Enquanto Contreras enfatiza a autonomia como a principal característica que molda o perfil profissional do docente, acreditamos, com base nos estudos da obra prigoginiana, que o sentimento de pertencimento, como categoria epistemológica, é um elemento ainda mais primordial na construção desse perfil. Guiados por essa premissa, nesta investigação, analisamos a presença e/ou ausência da noção de pertencimento nos três modelos formativos de professores sintetizados por Contreras: o modelo de professor especialista técnico (PET), o modelo de professor reflexivo (PR) e o modelo de professor intelectual crítico (PIC). Chegamos a conclusões que indicam que o modelo PET ignora a subjetividade e o senso de pertencimento docente, ao passo que o modelo PR, ancorado na ilusão de autonomia, repete esse mesmo padrão. Identificamos que o modelo PIC é o que mais incorpora o senso de pertencimento no âmbito da profissionalidade docente, embora essa inclusão ainda ocorra de maneira pouco explícita.

**Palavras-chave:** Senso de Pertencimento; Formação de Professores; Autonomia docente; Modelos Formativos; Epistemologia.

### *UNDERSTANDING EPISTEMOLOGICAL BELONGING IN THE FORMATIVE MODELS OF TEACHERS SYNTHESIZED BY CONTRERAS*

### ABSTRACT

While Contreras emphasizes autonomy as the main characteristic shaping the professional profile of educators, we believe, based on the studies of the Prigogine's work, that the sense of belonging, as an epistemological category, is an even more fundamental element in constructing this profile. Guided by this premise, in this investigation, we analyze the presence and/or absence of the sense of belonging in the three formative models of teachers synthesized by Contreras: the model of the technical specialist teacher (PET), the model of the reflective teacher (PR), and the model of the critical intellectual teacher (PIC). We arrive at conclusions that indicate that the PET model disregards subjectivity and the sense of teacher belonging, while the PR model, anchored in the illusion of autonomy, replicates this same pattern. We identify that the PIC model incorporates the sense of belonging most within the scope of teacher professionalism, although this inclusion still occurs in a somewhat implicit manner.

**Keywords:** Sense of Belonging; Teacher Training; Teacher Autonomy; Formative Models; Epistemology.

### *COMPRESIÓN DEL PERTENECIMIENTO EPISTEMOLÓGICO EN LOS MODELOS FORMATIVOS DE PROFESORES SINTETIZADOS POR CONTRERAS*

### RESUMEN

Mientras Contreras enfatiza la autonomía como la principal característica que moldea el perfil

profesional del docente, creemos, basados en los estudios de la obra de Prigogine, que el sentimiento de pertenencia, como categoría epistemológica, es un elemento aún más fundamental en la construcción de este perfil. Guiados por esta premisa, en esta investigación analizamos la presencia y/o ausencia del sentimiento de pertenencia en los tres modelos formativos de profesores sintetizados por Contreras: el modelo del profesor especialista técnico (PET), el modelo del profesor reflexivo (PR) y el modelo del profesor intelectual crítico (PIC). Llegamos a conclusiones que indican que el modelo PET pasa por alto la subjetividad y el sentimiento de pertenencia docente, mientras que el modelo PR, anclado en la ilusión de la autonomía, replica este mismo patrón. Identificamos que el modelo PIC es el que incorpora más el sentido de pertenencia en el ámbito de la profesionalidad docente, aunque esta inclusión aún ocurre de manera algo implícita.

**Palabras clave:** Sentimiento de Pertenencia; Formación de Profesores; Autonomía Docente; Modelos Formativos; Epistemología.

## INTRODUÇÃO

A formação de professores desempenha um papel crucial na construção de uma educação de qualidade, estando diretamente ligada à construção da identidade do professor e do seu desempenho profissional. Com isso, o grande interesse pela compreensão do papel do educador na sociedade tem também impulsionado a discussão sobre modelos<sup>53</sup> formativos eficazes (Vasques & Sarti, 2022). Esses modelos de formação docente representam diferentes abordagens teóricas e práticas na preparação dos professores, variando desde modelos mais tradicionais até abordagens mais reflexivas e críticas (Pimenta, 2006).

As abordagens dos modelos formativos de docentes podem, por exemplo, enfatizar a reprodução do *status quo*, a adaptação às demandas do sistema educacional ou a promoção da transformação social. Assim, é importante considerar esses pressupostos teóricos e as racionalidades associadas aos modelos de formação docente, pois eles influenciam diretamente a filosofia da prática dos professores e as consequentes possibilidades de atuação na sala de aula (Tardif, 2014).

Nesse contexto, José Contreras<sup>54</sup>, teórico e pesquisador espanhol, tem contribuído significativamente para o campo educacional ao propor abordagens inovadoras que ampliam os horizontes da formação de professores. Contreras é reconhecido principalmente por suas

---

<sup>53</sup> Um modelo é “uma representação abstrata de um fenômeno ou situação-objeto, cujas características e evolução se deseja descrever, prever ou explicar. Nesse sentido, um modelo é uma analogia, por utilizar um ente abstrato para inferir fatos sobre outro ente do mundo físico ou social” (Chamon, 2006, 2006, p. 91).

<sup>54</sup> José Contreras obteve seu diploma em Ciências da Educação na Universidade Complutense de Madri e seu doutorado em Ciências da Educação na Universidade de Málaga. Atualmente, Contreras faz parte dos conselhos editoriais de importantes revistas da área da Educação (Investigación en la Escuela, Temps d’Educació, Heuresis, Education Policy Analysis Archives, dentre outras) e desde 1992 é professor titular Departamento de Didática e Organização Educacional da Universidade de Barcelona, Catalunha.

importantes contribuições em temas como autonomia docente, práticas pedagógicas transformadoras e avaliação formativa. A principal marca de sua obra é a defesa por uma prática docente reflexiva e autônoma, a proposição de abordagens inovadoras capazes de promover uma educação mais significativa, inclusiva e transformadora (Ortiz *et al.*, 2021, Fontana & Bittencourt, 2017).

Ao longo de sua carreira, José Contreras publicou vários artigos e livros sobre temáticas como teoria do currículo, formação de professores e pesquisa-ação que se tornaram referências importantes no campo da formação de professores. Talvez a sua principal obra seja o livro "A autonomia de professores". Neste livro, Contreras (2002) nos convida à reflexão sobre os conceitos e reflexões comumente presentes nos discursos pedagógicos modernos que tratam da profissionalização dos professores. O autor faz uma análise crítica sobre a suposta autonomia dos professores, se norteando nas contribuições de outros teóricos da Educação como Schön, Stenhouse e Giroux.

Tendo a autonomia como coluna vertebral, em *A autonomia de professores*, Contreras (2002) propõe e discute três dimensões da profissionalidade (a *obrigação moral*, o *compromisso com a comunidade* e a *competência profissional*) e sistematiza os perfis profissionais dos professores em três modelos distintos: o *Especialista Técnico* (PET), o *Professor Reflexivo* (PR) e o *Intelectual Crítico* (PIC). Essas sistematizações ganharam bastante notoriedade devido à sua pertinência no campo de formação de professores e desde então têm sido amplamente reconhecidas e utilizadas por educadores e pesquisadores em todo o mundo.

Em suma<sup>55</sup>, o modelo PET é baseado nos princípios da racionalidade técnica e considera que a prática profissional docente consiste na solução instrumental de problemas mediante a aplicação de um conhecimento teórico e prático, previamente disponível, que prescinde da pesquisa científica. O modelo PR destaca a preocupação com a prática pedagógica e sua melhoria contínua por meio da reflexão sobre e na ação. Assim, os professores deste modelo adotam decisões que estão em consonância com suas próprias perspectivas e valores. Já o modelo PIC pressupõe professores verdadeiramente autônomos que constroem a sua prática docente à emancipação individual e social, tendo como ideais os valores de justiça e igualdade, e participando de movimentos sociais de democratização (Contreras, 2002).

Contreras constrói as suas sistematizações tendo como fim a integração dos aspectos

---

<sup>55</sup> Estes modelos serão mais bem detalhados e aprofundados em seções específicas que serão apresentadas em sequência (4.1, 4.2 e 4.3).

sociais, políticos e culturais no contexto educacional, buscando o oferecimento de uma educação verdadeiramente crítica e transformadora. Desta forma, Contreras (2002) propõe resistência a quaisquer situações de antidemocracia, injustiça e exclusão que nos sejam impostas, quer seja no interior das estruturas institucionais ou no nosso espaço social como um todo. E é a partir deste ponto que somos provocados e, então, levantamos a hipótese de que a proposta teórica de Prigogine é capaz de interagir e enriquecer as sistematizações de Contreras. A fim de chegar nesse entrelaçamento, apresentaremos em sequência os principais aspectos que caracterizam o pensamento-Prigogine.

Ilya Prigogine (1917-2003) foi um físico-químico russo que viveu a maior parte da sua vida na Bélgica, e que dedicou sua vida à pesquisa com ênfase na interface entre Química, Física e Filosofia, chegando até a ser considerado o “poeta da termodinâmica” pela elegância e lucidez de sua obra (Maruani, 2004). O tema principal do trabalho científico de Ilya Prigogine foi uma melhor compreensão de processos irreversíveis, particularmente em sistemas distantes do equilíbrio. Epistemologicamente falando, a filosofia prigoginiana é construída em torno dos conceitos da não-linearidade, irreversibilidade, instabilidade, bifurcação, auto-organização, dissipação, emergência, flutuação, complexidade e criatividade, transitando por vários domínios como a Física, a Química, as Artes, a Política, a Sociologia, a História e a Filosofia.

Em suas discussões filosóficas, ao abordar as bifurcações produzidas pela flecha do tempo, a irreversibilidade das trajetórias e a necessidade de uma ética planetária, Prigogine nos induz a repensar a ligação do ser humano com a natureza, o humanismo e a própria democracia (Carvalho & Almeida, 2009). E embora às vezes controversas por serem demasiadamente radicais, suas contribuições foram de notável mérito intelectual (Obrist, 2005, Rice, 2004).

O pensamento-Prigogine teve uma poderosa influência nas ciências sociais e no pensamento cultural, político, econômico e tecnológico. Assim como nós, diversos pesquisadores também se encantaram pela proposta prigoginiana de que o caos pode ser tomado como um princípio criativo e estruturante (Obrist, 2005). Prigogine muitas vezes, e com bastante modéstia e cautela, enfatizou as implicações filosóficas de seu trabalho, sendo inclusive um porta-voz da integração da ciência com todos os outros aspectos da cultura e da sociedade (Rice, 2004). Nicolis (2003) inclusive afirma que devido à continuidade de ideias e da dimensão humanística, o impacto de Prigogine na ciência vai além de suas contribuições técnicas individuais e de seus livros conhecidos.

Quanto à intencionalidade, as proposições da epistemologia prigoginiana têm a preocupação de reconectar o ser humano à sua natureza e à natureza do mundo que ele habita

(Prigogine & Stengers, 1991). Podemos então dizer, em outras palavras, que Prigogine se preocupou com o problema do *pertencimento* do ser humano no mundo e na ciência. E é justamente esse pertencimento, enquanto categoria epistemológica advinda do constructo teórico prigoginiano, que nos inquieta quanto à importância de sua problematização no campo de formação de professores.

Colocar o pensamento-Prigogine em contato com os estudos de formação de professores parece-nos uma oportunidade. Isso porque as ideias prigoginianas, ao visarem a consolidação da *Nova Aliança*, abarcaram tanto os aspectos éticos no trabalho científico, quanto a função política que a ciência tem. Prigogine discute então pontos de importante problematização que podem ser utilizados para a compreensão dos processos de formação de professores, e que influenciam diretamente na construção do perfil profissional do professor, principalmente daquele que ensina ciências.

Nesta investigação, parte de uma pesquisa mais abrangente de tese de doutorado, buscamos analisar a categoria epistemológica *pertencimento* nos modelos de formação de professores sintetizados por Contreras, localizando, examinando e problematizando a presença e/ou ausência dessa categoria nos três modelos formativos mais difundidos no meio educacional. Assim, pretendemos enriquecer a discussão teórica das estratégias formativas sintetizadas por Contreras nos guiando pela seguinte questão: “O que a categoria epistemológica *pertencimento* nos revela de novo sobre os modelos formativos sintetizados por Contreras?”.

Destacamos a importância desse ensaio teórico (Meneghetti, 2011), pois, para além da pertinência já explanada, não encontramos na literatura nenhum outro trabalho que problematizasse o *pertencimento* do docente enquanto categoria epistemológica nos modelos formativos de professores. Por fim, por meio desta análise aprofundada, esperamos contribuir para a ampliação do conhecimento sobre os modelos de formação de professores, fomentando o aprimoramento contínuo da formação docente em busca de uma educação verdadeiramente transformadora.

## **1 AUTONOMIA COMO EIXO TRANSVERSAL DOS MODELOS FORMATIVOS**

No campo educacional a autonomia é um tema amplamente estudado e também problematizado como tal (*Kachchhap & Horo, 2021; St-Amand et al., 2017; Trinkenreich et al., 2023*). Contreras em seu livro *A autonomia de professores* (2002) realizou um amplo estudo

sobre a autonomia docente, se tornando umas das mais relevantes investigações sobre a autonomia docente. Contreras (2002) problematiza a autonomia a partir dos modelos de perfis profissionais de professores, abarcando os diferentes aspectos que podem ter relação direta com o exercício autônomo da profissão docente, tais como as políticas educativas, os documentos oficiais, as relações interpessoais entre os docentes, entre outros. Dada a importância que Contreras dá à autonomia do docente no processo educativo, nos passando inclusive a sensação de que este é o principal elemento a moldar os perfis profissionais dos professores, vamos agora explicar a concepção deste autor acerca da autonomia docente.

Segundo Martins (2002), a autonomia é um conceito histórico que envolve a ideia de participação política dos indivíduos. No campo educacional, considerando as constantes mudanças do papel dos professores na sociedade contemporânea, a autonomia do professor é uma ideia que tem sido frequentemente defendida nos cursos de formação docente. Por outro lado, apesar de ser uma temática tão importante, o termo *autonomia do professor* acabou se tornando um bordão discursivo no campo educacional, sendo evocado, muitas vezes, levemente e sem o aprofundamento adequado para seu real significado. Seu uso superficial, muitas vezes, apenas reforça um de seus significados, mais especificamente aquele que favorece os que estão no poder na estrutura social, estimulando um maior controle sobre o discurso disseminado (Contreras, 2002).

A noção da autonomia docente se inicia na própria condição de profissional em que os professores se encontram na contemporaneidade. Mas antes de adentrarmos nessa discussão, precisamos primeiro ter ciência de que o profissionalismo não é um tema neutro e sem disputas no campo ideológico. Ao mesmo passo em que o profissionalismo confere reconhecimento e prestígio social frente à desqualificação - validando o pertencimento dos docentes a uma categoria exclusiva -, a sua busca acrítica pode contribuir com mudanças capazes de conduzir os professores a um curso de proletarização profissional (Contreras, 2002).

Contreras (2002), ao discutir a questão da autonomia dos professores associada ao conceito de profissionalismo, alerta para o modo como esses dois conceitos são vitais para o campo da educação e, ao mesmo tempo, são semântica e politicamente *sequestrados* por diferentes agentes sociais, principalmente pelas políticas públicas e pelo Estado. Em suas análises, este autor mostra as ambivalências e as contradições em que a profissionalidade e a autonomia docente se processam na ideologia neoliberal, culminando em um contexto de intensa precarização das condições de trabalho e no desgaste da função simbólica do professor. Ortiz *et al.* (2021) corroboram com essa discussão, afirmando que “a perda de autonomia ocorre

não só pelo controle técnico imposto aos professores, mas também pela desorientação ideológica à qual os docentes são submetidos” (p. 613).

Desta forma, a autonomia docente não deve ser interpretada como responsabilidades adicionais atribuídas aos professores como forma de responsabiliza-los ainda mais em seu trabalho. Tampouco a autonomia docente deve ser camuflada por uma autonomia ilusória que é utilizada apenas como estratégia de controle do Estado para reduzir as suas obrigações para com as comunidades escolares (Contreras, 2002). A verdadeira autonomia do professor refere-se ao direito do professor de exercer iniciativa e realizar uma ação profissional de acordo com as necessidades da comunidade escolar e com base nas condições necessárias de sucesso (Contreras, 2002).

*A autonomia [...] não consiste nem no isolamento nem no abandono de escolas e professores à própria sorte. Parte, mais precisamente, de conceber as relações entre professores e sociedade sob outras bases (as da constituição comunitária), de forma que os vínculos não sejam de natureza burocrática nem mercadológica, mas política e pessoal. (Contreras, 2002, p.269)*

Para Contreras (2002), ter condições adequadas de trabalho, um bom salário e a possibilidade de tomar decisões pode até parecer autonomia, mas também pode ser formas de controle mais refinadas aplicadas ao docente. Este autor nos alerta que autonomia só pode ser entendida como uma qualidade educacional se os professores forem capazes de integrar a reflexão crítica de suas próprias aspirações, visões de mundo e experiências no ensino. Desta forma, Contreras (2002) afirma que o professor não pode se restringir apenas à ação pedagógica na sala de aula (intencional, consciente e estruturada) caso ele almeje alcançar a verdadeira autonomia. Ele deve, ao contrário disso, realizar uma reflexão crítica de sua própria prática e verdadeiramente se apropriar de sua responsabilidade e potencialidade enquanto educador.

Desta forma, a profissionalização do ensino ocorre quando se chega ao ponto de ser impossível a indissociação entre concepção e execução da profissão docente. Assim, o conceito de autonomia defendido por Contreras (2002) busca a superação do trabalho instrumental e do profissionalismo docente. Ainda que baseada *a priori* no domínio técnico, a autonomia docente exige a compreensão de que a prática educativa é um compromisso social, um fenômeno humano que inclui relações sociais, emoções e cultura.

Por tudo isso, a autonomia do professor é de cunho pessoal e social. É uma questão mais humana do que técnica e mais educacional do que trabalhista. Versa mais sobre a qualidade circunstancial de processos/situações do que sobre as características pessoais ou

psicológicas (Contreras, 2002). Assim, somente há autonomia no ensino quando os docentes estão conscientes de suas inadequações e preconceitos; quando são solidários e sensíveis aos demais participantes envolvidos nos processos. O tipo de autonomia de que Contreras (2002) defende tem como ponto de partida a autossuficiência e tem como fim a emancipação docente e da comunidade escolar<sup>56</sup>.

## **2 PERTENCIMENTO COMO EIXO TRANSVERSAL – UMA NOVA PROPOSTA**

Contreras (2002) vê na autonomia o elemento central que molda o perfil profissional docente. Concordamos com ele. O impacto que a autonomia tem na construção do perfil profissional docente nos é bastante real e não temos nenhuma dúvida disso. Por outro lado, apostamos que o sentimento de pertencimento é um elemento ainda anterior em hierarquia de importância no processo de se constituir docente e de se consolidar como tal. Por esse motivo, teceremos agora algumas alegações que nos levaram a este argumento. Não nos estenderemos muito neste tópico, pois já o aprofundamos em investigações anteriores. Pretendemos apenas nortear nosso leitor da importância do pertencimento para o docente em seu ofício para que possamos dar continuidade em nosso objetivo - analisar a presença do senso de pertencimento nos modelos de formação de professores de Contreras (2002).

Baumeister e Leary (1995) revelam que muitos aspectos da cultura humana se direcionam a permitir que as pessoas satisfaçam a necessidade psicológica de pertencer. A escola é, talvez, a instituição que mais promove o sentimento de pertencimento, ainda que isso não esteja explicitado nos currículos educacionais. Dado este contexto, os professores são os principais propagadores do senso de pertencimento dentro do ambiente escolar. Por isso, neste primeiro momento, voltamos nossa atenção ao pertencimento docente, ainda que tenhamos ciência da igualdade de importância da compreensão do sentimento de pertencimento dos outros atores do contexto escolar.

No que tange especificamente ao contexto educacional, St-Amand *et al.* (2017) afirmam que o pertencimento escolar pode ser aprimorado por meio de métodos de ensino que

---

<sup>56</sup> Além dos aspectos já mencionados, a autonomia no contexto educacional também está intrinsecamente ligada à busca por uma sociedade transformadora e aos meios necessários para alcançá-la. Essa dimensão da autonomia envolve a capacidade dos professores de atuarem como agentes de mudança social, promovendo a justiça, a equidade e a transformação positiva em suas comunidades e na sociedade em geral. Mas por motivos de intencionalidade da nossa pesquisa e também pela extensão do assunto, preferimos nos ater aos aspectos gerais da autonomia docente. Nossa intenção com esta seção é especificamente mostrar que Contreras faz da autonomia o fio condutor de sua discussão sobre os modelos de formação docente.

promovam dinâmicas sociais positivas, do apoio interpessoal da comunidade escolar e do encorajamento da autonomia docente. Observe-se que St-Amand *et al.* (2017) afirmam que o sentimento de pertencimento pode ser aprimorado pela encorajamento da autonomia e não o contrário disso (não é a autonomia quem aprimora o pertencimento). Este é um dos indícios que corroboram com a nossa hipótese de que o sentimento de pertencimento é um elemento ainda mais importante do que a autonomia quando tratamos do contexto educacional, principalmente no que se refere a questões docentes.

Não objetivamos ignorar ou menosprezar as questões educacionais que a autonomia inquestionavelmente influencia. Apenas tomamos a autonomia como parâmetro, dada a grande visibilidade que este conceito teve nos cursos de formação de professores dentro e fora do Brasil devido aos estudos, muito bem fundamentados, de Contreras. Acreditamos, na verdade, que o aprofundamento da compreensão do sentimento de pertencimento na formação do perfil profissional de professores contribuiria para que as discussões acerca da autonomia docente se tornassem ainda mais consistentes.

Indo nesta direção, Baumeister e Leary (1995) investigaram a relação entre a necessidade de pertencer e sua implicação em uma ampla variedade de comportamentos e chegaram à conclusão que, de fato, é improvável que a necessidade de pertencer seja produto de outros fatores ou motivações. Os autores também constataram que o sentimento de pertencimento implica mecanismos cerebrais, fortalecendo o argumento de que a necessidade de pertencer é inata nos seres humanos. Com isso, Baumeister e Leary (1995) postularam que a necessidade de pertencer pode ser considerada uma motivação humana fundamental. Assim, se o sentimento de pertencimento é o elemento primeiro a nos moldar como seres humanos, ganha ainda mais força a nossa hipótese de que o sentimento de pertencimento é o principal fator determinante do perfil profissional docente. Chegando neste ponto, acreditamos não mais ser preciso confrontar a ordem de importância da autonomia e do pertencimento docente.

Conferindo ainda mais relevância para o sentimento de pertencimento do ser humano, Allen e Bowles (2012) apontam diversos fatores patológicos relacionados à falta de pertencimento. Segundo os autores, o não pertencimento tem sido associado negativamente à solidão, sofrimento emocional, distúrbio psicossocial, suicídio e doenças mentais. Em contrapartida, os autores afirmam que o pertencimento reduz os efeitos da depressão e proporciona uma melhor saúde física. Allen e Bowles (2012) também afirmam que muitas pesquisas demonstraram os benefícios para a saúde do engajamento social e da conexão em relação à redução da mortalidade. Conhecendo o chão da escola, assumimos que as doenças citadas pelos

autores são bastante comuns entre os docentes e que os benefícios citados são bastante almeçados pela comunidade escolar. Desta forma, reconhecer a importância do sentimento de pertencimento é primordial se desejamos que os professores tenham uma melhor qualidade de vida pessoal e profissional.

Quando ao impacto do pertencimento no desenvolvimento psicológico de uma pessoa; St-Amand *et al.* (2017) afirmam que, além de abranger muitas esferas de interesse, trata-se de um componente da identidade e das relações com objetos, se manifestando no espaço familiar e nos objetos aos quais o espaço pertence. Os autores apontam que a filiação, fruto da consolidação do sentimento de pertencimento, é uma necessidade essencial que deve ser satisfeita para que as pessoas se autorrealizem como indivíduos. Extrapolamos essa informação para o contexto docente, e propomos que o senso de pertencimento é também uma necessidade essencial que deve ser satisfeita para que os docentes se autorrealizem como profissionais.

Neste sentido, Pesonen (2016) afirma que experiências de vínculos sociais bem-sucedidos são essenciais para que o indivíduo se sinta satisfeito, incluído e aceito em uma comunidade. Este autor diz que formar um forte senso de pertencimento em comunidades é importante, pois facilita a capacidade do indivíduo de lidar com os desafios futuros. Mesmo que não romantizemos a profissão de ensino, nos é claro que precisamos que os professores tenham resiliência para enfrentar os percalços que encontrarão na jornada profissional. Com isso, a inclusão do docente no contexto escolar e a integração com os seus pares profissionais (o que podemos chamar de sentimento de pertencimento) parecem ser capazes de fazer com que o docente seja mais resistente aos obstáculos que encontra no chão da escola. Assim, a propagação do sentimento de pertencimento pode ser utilizada como um trunfo para a manutenção dos professores em suas profissões.

Kachchhap e Horo (2021) ratificam nossa hipótese afirmando que, quando os funcionários se sentem valorizados e encontram significado em seu trabalho, é mais provável que se envolvam nele. Isso significa que a sensação de valorização pode aumentar o engajamento no trabalho, levando eventualmente a um comprometimento maior. Além disso, alertam os autores, quando funcionários se sentem valorizados no trabalho, eles também se sentem mais conectados com a organização em que laboram.

Há também um ponto técnico/logístico/orçamentário a se considerar. Levando em consideração que a alta rotatividade de profissionais é uma problemática recorrente na profissão de ensino e que a educação pública é um sistema mantido pelo governo, temos que considerar os custos envolvidos nas altas taxas de rotatividade de professores (Kachchhap & Horo, 2021).

Buscando minimizar este problema, Kachchhap e Horo (2021) acreditam ser oportuno que as instituições considerem o senso de pertencimento dos funcionários para reduzir potencialmente a rotatividade de docentes.

Caminhando nesta direção, St-Amand *et al.* (2017) apontam que o pertencimento é um fator importante que pode contribuir positivamente para o desenvolvimento psicológico de um indivíduo. Assim, a filiação proporcionada pelo sentimento de pertencimento não se trata exclusivamente de estar dentro ou fora de um grupo; ela envolve o desenvolvimento de uma identificação pessoal e uma identidade social. Nas discussões posteriores aprofundaremos a reflexão sobre a importância das identificações pessoal e social dos docentes para que eles contribuam com o projeto de educação emancipatória que acreditamos. Podemos afirmar, de antemão, que o senso de pertencimento é primordial nesse processo.

Kachchhap e Horo (2021) afirmam que proporcionar experiências profissionais aos professores corrobora para o desenvolvimento de um senso de pertencimento neles. Segundo os autores, quando os professores recebem as orientações profissionais necessárias, eles se sentem mais comprometidos em se envolver no trabalho e, por extensão, sentem-se mais pertencentes. Desta forma, se levando em consideração que professores satisfeitos são ativos valiosos em qualquer sistema educacional eficaz, afirmamos ser urgente que os cursos de formação de professores considerem e priorizem o senso de pertencimento em seus programas curriculares. Não podemos desconsiderar que quando a necessidade de pertencimento não é abordada ou é frustrada, as chances de resultados negativos no contexto educacional são altas.

Dado sua importância, nos últimos anos, o pertencimento tem sido investigado em diversas áreas de pesquisa, tais como na Medicina, na Psicologia, na Teologia e nas Ciências Sociais, por exemplo. No campo educacional, área que nos importa para esta pesquisa, diversas pesquisas já foram realizadas no cenário internacional (se concentrando principalmente nos Estados Unidos) sobre pertencimento. Por outro lado, no cenário nacional, esta temática ainda está se consolidando como temática de pesquisa. Com isso, nossa intenção com esta investigação é também fazer divulgação científica, no cenário nacional, da importância do senso de pertencimento docente para o campo educacional, principalmente para os cursos de formação de professores.

### **3 O PERTENCIMENTO EPISTEMOLÓGICO**

Prigogine dedicou sua carreira a explorar os desafios e implicações da complexidade na

natureza, tendo como propósito a reconciliação de duas visões aparentemente opostas: a visão newtoniana determinista, baseada em leis gerais, e a visão emergente da ciência do complexo, que incorpora elementos de determinismo estatístico e flutuações imprevisíveis. Contudo, ele compreendia que esse contexto trazia consigo a discussão sobre o destino do ser humano. Por isso, essa busca prigoginiana por uma síntese entre o nível do elementar e o nível do complexo tinha um objetivo maior: a reconexão do ser humano à natureza e da ciência à filosofia. O que Prigogine (1991) chamou de *A Nova Aliança* foi a proposta de um diálogo mais honesto entre ser humano, natureza e ciência, tendo como pressuposto o respeito mútuo. Dito de outra forma, o pensamento-Prigogine advogava por uma visão mais otimista da natureza e da atividade dos seres humanos.

*A antiga aliança animista está morta e bem morta, e, com ela, todas as outras que nos apresentavam como sujeitos voluntários, conscientes, dotados de projetos, fechados numa identidade estável e de costumes bem estabelecidos, cidadãos no seio de um mundo feito para nós. A natureza não foi feita para nós, e não foi entregue à nossa vontade. Chegou o tempo de assumir os riscos da aventura dos homens; participação no devir cultural e natural, é essa a lição que a natureza enuncia quando a escutamos. [...] O saber científico, extraído dos sonhos de uma revelação inspirada, quer dizer, sobrenatural, pode descobrir-se hoje simultaneamente como "escuta poética" da natureza e processo natural nela, processo aberto de produção e invenção, num mundo aberto, produtivo e inventivo. Chegou o tempo de novas alianças, desde sempre firmadas, durante muito tempo ignoradas, entre a história dos homens, de suas sociedades, de seus saberes, e a aventura exploradora da natureza. (Prigogine & Stengers, 1991, p. 226)*

Ao nos debruçarmos em sua obra filosófica, percebemos que Prigogine, de forma latente, mas muitas vezes implícita, questiona o *pertencer* do ser humano no mundo. Mais especificamente, foi durante a confecção do artigo *Análises e reflexões sobre a presença do referencial epistemológico prigoginiano nas teses e dissertações da área de Educação em Ciências*<sup>57</sup> que nos foi relevada a categoria *pertencimento* dentro da obra prigoginiana. E foi finalizando o artigo *O pertencimento do docente à ciência que ele ensina – uma análise a partir*

---

<sup>57</sup> Trabalho dividido em duas partes, ambas publicadas: [1] SOUSA, T. W. A.; QUEIRÓS, W. P. ; PIRES, D. X. Análises e reflexões sobre a presença do referencial epistemológico prigoginiano nas teses e dissertações da área de Educação em Ciências. Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, v. 24, n. e39203, 2022. [2] SOUSA, T. W. A.; QUEIRÓS, W. P. ; PIRES, D. X. A presença da epistemologia de Ilya Prigogine nas teses e dissertações da área de Educação em Ciências. In: XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 14, 2023, Caldas Novas - GO. Anais XIV ENPEC, 2023.

*da perspectiva epistemológica prigoginiana*<sup>58</sup> que percebemos que o pertencimento advindo do arcabouço teórico prigoginiano se diferenciava da conceituação mais comum que temos do sentimento de pertencimento. Percebemos então que o que é sugerido por Prigogine é um *pertencimento epistemológico*.

Prigogine tenta demonstrar a pertinência de nossa presença neste universo por meio da compreensão de que nós pertencemos à ciência que testemunhamos, pois ela nos é inerente. Desta forma, nosso pertencimento a este mundo (ou a ausência dele) depende principalmente da compreensão que temos sobre fazer parte (ou não) da ciência e da natureza que vivenciamos, exploramos e tentamos explicar. Logo, considerando a perspectiva prigoginiana, o que nos situa neste mundo é justamente o entendimento que temos sobre o que é ciência, como realizá-la, como operacionalizá-la e de nossa permissão para realizar essas atividades. Estamos então afirmando, ancorados pelo referencial prigoginiano, que o que nos situa no mundo é a nossa compreensão epistemológica de pertinência de nossa presença aqui neste planeta. Para isso, entretanto, é preciso “compreender a natureza de tal maneira que não haja absurdo em afirmar que ela nos produziu” (Prigogine & Stengers, 1991, p. 213).

*Abriram-se, por isso, ao diálogo com uma natureza que não pode ser dominada mediante um golpe de vista teórico, mas somente explorada, com um mundo aberto ao qual pertencemos e em cuja construção colaboramos* (Prigogine & Stengers, 1991, p. 209).

Por tudo isso, (re)conceituamos o pertencimento epistemológico como *o pertencimento que problematiza a pertença do ser humano ao universo que o abriga, à ciência que ele testemunha e à natureza que o permitiu existir, por meio de uma discussão epistemológica sobre a forma como concebemos as ciências*.

Importante frisar que o pertencimento epistemológico, enquanto categoria advinda do arcabouço teórico prigoginiano, não tem intenção de sobrepor ou de substituir nenhum outro tipo de pertencimento já validado na literatura. Tanto que nos apoiamos em pesquisas já desenvolvidas sobre os pertencimentos social, geográfico, étnico, escolar, psicológico e tantos outros, para embasar nossas discussões. Longe disso, queremos adicionar uma nova camada à compreensão do senso de pertencimento. Camada esta que julgamos bastante importante enquanto seres humanos que ocupam espaços neste planeta. Camada que consideramos a análise essencial quando se trata do contexto escolar.

---

<sup>58</sup> Artigo a ser publicado após as considerações da banca.

Sartori e Menegas (2021, p. 7), corroboram com o nosso ponto de vista e apresentam algumas questões acerca do pertencimento no contexto escolar: “como a escola atua na constituição de um sujeito que se sinta em condição/situação de pertencimento? E como o conhecimento produzido na escola auxilia no (des)pertencimento do sujeito no espaço micro e macrosocial?” Estas questões fortalecem nosso posicionamento quanto à emergência da discussão do pertencimento no ambiente escolar. Especificamente para o contexto desta investigação, como já apontamos anteriormente nesta e em pesquisas anteriores, direcionamos nosso olhar para o docente, um dos principais atores dos processos educativos, e focamos no perfil profissional destes agentes. Sem que nos adiantemos, pois faremos mais apontamentos neste sentido durante a apresentação do texto, *apostamos na necessidade de que verdadeiramente consideremos o pertencimento epistemológico como categoria, talvez até a fundamental, nos cursos de formação de professores da Educação em Ciências.*

Escolhemos esta direção porque acreditamos na força transformadora que a incorporação de traços de pertencimento epistemológico à profissionalidade traria aos docentes que ensinam ciências. Esta escolha nos faz cada vez mais sentido pois temos ciência de que o arcabouço teórico de Prigogine nos leva “a substituir as concepções conservadoras [...] pela ideia de que os homens podem mudar aquilo que acreditam ser o seu destino, e subverter assim o curso da história num processo sem fim” (Spire, 2000, p. 39). E dessa mesma maneira, também acreditamos que o professor que ensina ciências, ao adotar uma prática mais pertencida, tem pertinência e potencialidade de mudar tanto o curso de seu fazer didático quanto a realidade de seu contexto. Estamos então colocando em evidência uma prática que considera o pertencimento do professor a este mundo, e que também atribui ao docente responsabilidade sobre os espaços que ocupa.

Antes que prossigamos, gostaríamos de evidenciar que, considerando o contexto em que tecemos nossas discussões, nosso grande diferencial no tratamento do senso de pertencimento é que ele nos surge e é conduzido como uma categoria epistemológica advinda do referencial teórico prigoginiano. Com isso, não discutimos apenas o pertencimento à comunidade ou ao espaço que serve de contexto ao docente, não nos atemos unicamente às questões psicológicas deste sentimento, e tampouco focamos nos aspectos patológicos que esse sentimento influencia. Isso tudo já foi feito. Ao contrário disso, utilizamos esses dados que já estão disponíveis na literatura e buscamos analisá-los sob uma nova perspectiva. A perspectiva pertencida – um caminho que nos parece bastante importante para os professores, principalmente àqueles que ensinam ciências.

E é considerando a perspectiva do pertencimento epistemológico que iremos agora analisar os perfis de formação profissional sistematizadas por Contreras (2002).

#### **4 A CATEGORIA PERTENCIMENTO NOS MODELOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES SINTETIZADOS POR CONTRERAS**

##### *4.1 O PROFESSOR ESPECIALISTA TÉCNICO (PET)*

Contreras (2002) atribui a criação de modelos racionais de tecnologia dos professores aos momentos em que o profissionalismo docente é associado a ideologias científicas e positivistas. Porém, Prigogine é categórico ao afirmar que, independentemente de quais sejam as convicções pessoais de quem a manuseia, tudo o que a ciência clássica toca, seca e morre. “Morre para a diversidade qualitativa, para a singularidade, para tornar-se a simples consequência de uma lei geral” (Prigogine & Stengers, 1991, p. 39). Desta forma, não podemos esperar que um modelo profissional docente baseado no positivismo traga consigo um projeto que considere a existência humana do professor.

Severo e Sousa (2020) afirmam que a própria Educação, por diversas vezes, nos exclui como sujeitos integrantes do domínio da natureza, fazendo de nós meros expectadores de um mundo vazio e sem forma. Neste contexto, a própria Educação estaria nos impedindo de encontrar um lugar que possa ser nosso; uma pertinência de existência. É preciso então que compreendamos nossa relação com o mundo que nos cerca, pois diferentemente do discurso que aprendemos nas aulas de ciências, e nas metodologias de pesquisa, os pesquisadores testemunham o mundo sob a posição de observadores constituídos por sua subjetividade, experiências de vida, saberes acumulados, cultura e história pessoal (Almeida, 2017). Para Prigogine, é dever do ser humano assegurar sua permanência no futuro, ainda que carregue consigo os seus problemas, as suas dores e as suas alegrias (Prigogine, 2000).

*A existência, porque humana, não pode ser muda, silenciosa, nem tampouco pode nutrir-se de falsas palavras, mas de palavras verdadeiras, com que os homens transformam o mundo. Existir, humanamente, é pronunciar o mundo, é modificá-lo. O mundo pronunciado, por sua vez, se volta problematizado aos sujeitos pronunciantes, a exigir deles novo pronunciar. Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação- reflexão. (Freire, 2020, p.44)*

E, de fato, no modelo de PET, os docentes são direcionados para formas mais eficientes de realizar a prática profissional, de modo que as soluções elaboradas pelos especialistas da

área acabam servindo como referência para sua atuação profissional. Retira-se assim a existência subjetiva do professor e preza-se por um trabalho docente mecânico. Contreras (2002) afirma que a atividade profissional é, desta forma, vista como uma ação baseada em processos causais passíveis de previsão e manipulação. Desta forma, o modelo PET nos leva a uma reflexão paradoxal sobre a existência da subjetividade do professor no exercício de sua profissão, assim como Prigogine (1991) problematizou a situação do ser humano em relação ao mundo. “Quem, senão uma alma sobrenatural pode saber-se e proclamar-se estranho ao mundo?” (Prigogine & Stengers, 1991, p.142). Como pode o professor ser levado a esquecer-se, por completo ou em partes de si, em prol do exercício da profissão?

Neste modelo, os planos práticos são desenvolvidos por especialistas que determinam o passo a passo do que deve ser executado e quais resultados são esperados. Podemos então dizer que o PET exercita o conhecimento de maneira intuitiva e se norteia pelo saber do senso comum, que é disseminado em sua cultura profissional (Contreras, 2002). Pois bem, se o trabalho é previsível, qual a necessidade de trabalhadores qualificados para lidarem com as suas *certezas*? Aplicar métodos e conquistar objetivos são as missões designadas aos PET e a sua profissionalidade é correlacionada com a eficácia e eficiência dessas aplicações e conquistas. Contreras (2002) nos lembra que são os métodos de controle que orientam o modelo do PET, possibilitando que estes docentes se assegurem dos saberes profissionais específicos (métodos didáticos e os conhecimentos específicos de suas respectivas áreas). Esse contexto configura um *status* único para os profissionais, que podem então continuar a se visualizar como uma categoria autônoma. Mas de que autonomia nós estamos falando uma vez que os PETs são inclinados a seguir planos, normas e regulamentos de forma engessada? Que autonomia é essa que não considera os desvios que o fazer docente implica?

Prigogine (2000) também vai contra essa corrente e propõe argumentos com o objetivo de lutar contra esses sentimentos de resignação e de impotência. Para ele, o futuro não está dado e não mais podemos fundamentar nossas discussões com base em *certezas*. Prigogine (2009, p 84) inclusive afirma que “pensar o incerto é, também, ter consciência da condição humana com seu duplo aspecto de liberdade e angústia”. Com isso, o pensamento-Prigogine sugere que não mais tratemos de *certezas*, mas sim de possibilidades. Mas o que essa discussão tem a ver com o fazer docente?

Ora, o trabalho docente, talvez até mais do que qualquer outro, está mais ligado às incertezas do que a *certezas* e, portanto, precisa ser uma ação crítica, transformadora, inquieta, inventiva, criativa, como sugere Prigogine. Tutoriais prontos não fazem sentido no fazer

didático. A questão do enfrentamento das incertezas é uma questão que vai além da profissão docente. É um caminho do qual não podemos mais fugir. O pensamento-Prigogine nos lembra que estamos à luz de um mundo que reconhece o fim das certezas, e que o maior inimigo do progresso científico é o apego às certezas tradicionais. Prigogine (1997) diz que pensar o incerto é também ter consciência da condição humana, com seu ambíguo aspecto de liberdade e aflição. Ele afirma que pensar o incerto, também implica em acentuar o irracional e, desta forma, progredir.

*Uma pedagogia será tanto mais crítica e radical quanto mais ela for investigativa e menos certa de "certezas". Quanto mais "inquieta" for uma pedagogia, mais crítica ela se tornará. Uma pedagogia preocupada com as incertezas que se radicam nas questões que discutimos é, pela própria natureza, uma pedagogia que exige investigação. Assim, essa pedagogia será muito mais uma pedagogia da pergunta do que uma pedagogia da resposta. (Freire & Macedo, 2015, p.89)*

O PET é tomado neste modelo como um mero especialista técnico, encarregado de aplicar de forma eficaz o currículo que lhe é atribuído sem nenhum questionamento das pretensões deste ensino (Contreras, 2002). Com isso, esse professor se torna um propagador de certezas.

Porém, se compartilhamos da mesma visão de mundo que Prigogine (2000), uma visão mais humanista e otimista das ciências e da sociedade, enxergamos aqui uma situação problemática. Isso porque o caminho para que o docente adote uma perspectiva epistemológica crítica - aquela que acredita na consolidação de uma sociedade mais justa e democrática - necessita que este profissional compreenda a transformação estrutural do seu relacionamento consigo mesmo, com seu mundo simbólico e com o mundo material ao seu redor (Elías & Carranza, 2012). Esse contexto dificilmente é alcançado pelo PET, pois, segundo Contreras (2002, p. 99), a atuação deste professor é limitada “pelo contexto que define a própria atividade técnica, sem levar em consideração o contexto mais amplo no qual o ensino ocorre e no qual cobra sentido”.

A este respeito, Tesser (1995), Elías e Carranza (2012) apontam algumas questões que achamos importante que professores de ciências também se façam a fim de direcionar sua atuação profissional: que interesses orientam, dirigem e comandam a ciência? Qual é a verdadeira função que a atividade científica deve desenhar na sociedade? Qual o papel da ciência? Quem são os gestores da ciência? Como poderiam ser reformuladas as questões básicas no interior da ciência? A partir de um pensamento crítico, como poderíamos repensar as

respostas a todas estas questões geradas pela produção de conhecimento? *E como enfrentar o fim das certezas e a perda das utopias?*

Assumindo que a obrigação moral do especialista técnico é especificamente cumprir as normas preestabelecidas sem nenhuma necessidade de questionamento (Contreras, 2002), fazer o PET refletir sobre estas questões não é uma tarefa intuitiva para este docente. Lembremo-nos que este docente está envolto por uma concepção positivista das ciências. Concepção que, segundo Prigogine (1991, p.219), envolve:

*[...] especialização e compartimentação crescentes das disciplinas científicas, identificação do comportamento científico "normal" com o trabalhador "sério", "silencioso", que não se demora em questões "gerais" sobre o significado global das suas pesquisas, e se limita aos problemas especializados da sua disciplina, autonomia essencial do desenvolvimento científico em relação aos problemas culturais, econômicos e sociais (Prigogine & Stengers, 1991, p.219).*

Vemos aqui que o mesmo perfil esperado para o cientista positivista, também é esperado para o docente no modelo PET. Um profissional imparcial, sério, silencioso e despreocupado das questões sócio-políticas que o circundam. Não podemos esquecer que este professor deve também abrir mão de sua subjetividade para assumir esse papel. Deve ser um objeto sem história a fim de servir como instrumento de ensino. Nesse contexto, Prigogine (1991) diria que não cabe então ao PET pôr em causa o fundamento da descrição da atividade científica e nem de sua profissão.

Visualizamos no senso de pertencimento uma forte ferramenta para que o professor imerso no modelo PET questione a sua posição como professor com a responsabilidade de ensinar ciências. Antes de qualquer conversa epistemológica, temos hoje consciência de que o sentimento de pertencimento está relacionado a profissionais mais satisfeitos, envolvidos e comprometidos. Isso porque, segundo Trinkenreich *et al.* (2023), os indivíduos que desenvolvem um contrato psicológico e relacional com uma comunidade são apoiados por um estado de envolvimento, em vez de fatores externos ( como ganhar algo ou avançar na carreira) e, portanto, tendem a desenvolver um relacionamento mais profundo e recíproco com essa mesma comunidade.

Por outro lado, como o compromisso do PET é com a sua postura profissional eficiente, estando claramente limitado a esta visão, não há comprometimento desse professor com a comunidade em que ele está inserido (Contreras, 2002). Parece então haver um problema com o pertencimento desse professor com o contexto que o abriga. Entendemos que anular o senso

de pertencimento do PET é um caminho perigoso. Além do sentimento de pertencimento ser uma necessidade básica, ele direciona o indivíduo a se sentir indispensável e verdadeiramente parte integrante de um sistema maior (St-Amand *et al.*, 2017). Logo, se desconsideramos o sentimento de pertencimento do PET ao seu contexto cultural, estamos reafirmando que o papel deste professor é meramente técnico. Roubamos-lhe a sua subjetividade. Rejeitamos a sua individualidade.

No modelo PET, insere-se uma total despolitização da prática docente. Mas seria possível que, conscientemente, este docente desconsiderasse sua função política se ele se sentisse pertencido ao seu contexto escolar, à ciência que ele ensina e a este mundo? Pertencer e ter consciência de seu pertencimento faria com que o PET questionasse as metas do sistema e não mais se preocupasse apenas com a entrega de um trabalho eficaz e eficiente (Contreras, 2002). Os seus esforços agora seriam pelos seus, pela sua comunidade, pela sua região geográfica, pela veracidade da ciência que ele ensina, enfim, por este mundo.

*Daí o caráter desesperançoso, fatalista, antiutópico de uma tal ideologia em que se forja uma educação friamente tecnicista e se requer um educador exímio na tarefa de acomodação ao mundo e não na de sua transformação. Um educador com muito pouco de formador, com muito mais de treinador, de transferidor de saberes, de exercitador de destrezas (Freire, 2011, p.53).*

Contudo, se o próprio modelo PET quer fidelizar os professores, por que então um dos pilares desse modelo não é o sentimento de pertencimento docente? Vemos que existe um grande risco ao modelo PET se se empoderar o docente com o sentimento de pertencimento, pois esse sentimento poderia direcionar os docentes a criticar os contextos que eles estão inseridos, o que ensinam, para quem eles ensinam, e para que ensinam.. A menos que se pregue um pertencimento alienante pautado numa filosofia que desconsidera o progressismo, as chances desses professores se desmotivarem no perfil PET são enormes. E como grandes interesses estão em jogo quando se trata do modelo PET, este não é um risco a se correr. É preciso prezar, a qualquer custo, pela manutenção do sistema, tal qual como ele se encontra agora.

Por outro lado, a natureza complexa do envolvimento no espaço escolar consiste em fatores emocionais, comportamentais e cognitivos, ou seja, envolve como os professores se sentem, como se comportam e pensam. Portanto, parece que o envolvimento no espaço escolar está intimamente relacionado a um senso de pertencimento, principalmente na perspectiva psicossocial (Pesonen, 2016).

Com isso, não há como desconsiderar o pertencimento na vivência profissional, especialmente quando se percebe que este sentimento está relacionado a um maior desempenho e motivação tanto dos docentes quanto dos discentes no ambiente escolar e nos processos de ensino e aprendizagem.

O que podemos perceber, desta forma, é que o PET, ao se desinteressar pelas consequências do ensino que (re)produz, desempenha um papel central no funcionamento e no desenvolvimento do sistema capitalista, fornecendo conhecimentos especializados, formando capital humano, impulsionando a inovação tecnológica e apoiando o pretense empreendedorismo. Desta forma, o PET, ainda que inconscientemente, colabora com as relações de poder e de dominação.

Todo postura é embebida de interesses; com isso, a ciência e a técnica há muito tempo se apresentam como instrumentos ideológicos de poder, manipulando e legitimando a sociedade dominante (Tesser, 1995). Prigogine e Stengers (1991, p. 74) corroboram com a ideia de Tesser (1995) ao dizerem que “a ciência é produto da exigência vital de tirar partido do mundo, e seus conceitos são determinados pela necessidade de fabricar e manipular os objetos, de prever e agir sobre os corpos naturais”. Assim, o reinado da racionalidade e do positivismo transformou a ciência em instrumento de dominação.

*Em virtude de seu próprio método e de seus conceitos, a ciência projetou um mundo no interior do qual a dominação sobre a natureza converteu-se também em dominação sobre o próprio homem. E na medida em que a transformação da natureza implica na dominação do homem, o a priori da tecnologia não pode deixar de ser "político", uma vez que ela se torna a forma universal da produção material, define uma cultura e projeta, assim, um "mundo" inteiramente diferente. (Japiassu, 1988, p. 153)*

Contreras (2002), acredita que também são dados espaços para intervenções e mudanças aos PETs. Porém, estamos falando apenas da abertura de pequenas lacunas e somente em aspectos superficiais do fazer docente; uma falsa liberdade em seu fazer didático. Vemos então os educadores atrelados a uma autonomia que não existe. Uma autonomia que é totalmente limitada por parâmetros externos. A intenção é fazer com que o professor tenha apenas a sensação de alguma autonomia. Uma autonomia ilusória. Ao mesmo passo em que insignificantes brechas são oportunizadas aos professores, a estrutura ideológica do processo educacional assegura firmemente a reprodução do plano educacional já desenhado.

Prigogine repudiaria essa falta de autonomia do PET em seu fazer didático. Essa concordância passiva em nada contribui para a criação de espaços mais democráticos. Mais que

isso, dada a necessidade do professor ser um agente transformador no contexto atual da sociedade, essa passividade assumida diante do político pode acabar dificultando a consolidação da justiça social ou se inclinar para o benefício de projetos neoliberais. Neste sentido, Prigogine (2009, p. 94) nos provoca: “Qual é o papel do homem? Retirar-se desse mundo ou participar na construção de um mundo melhor?”

Ele mesmo parece nos dar essa resposta.

*Combater as desigualdades, privilegiar uma visão multicultural, favorecer a participação de todos na cultura, facilitar o contato de cada um com a natureza. Em todo caso o que é certo hoje é a necessidade de uma mensagem política de religação de solidariedade entre os homens entre si e com a natureza. (Prigogine, 2009, 43)*

Dado o cenário descrito, compreendemos que o PET está submetido a uma estrutura que lhe diminui a autonomia e descaracteriza parte importante do processo educativo (Ortiz *et al.*, 2021). Essa autonomia ilusória não permite que o docente desenvolva uma prática pedagógica transformadora em seu ambiente escolar destinada à sua comunidade. Ainda mais que isso, acreditamos que este modelo impossibilita que o docente cultive em si e nos seus educandos o sentimento de pertencimento. Sentimento este que, baseado em nossas investigações, é ainda mais determinante para a formação do perfil profissional do docente, mais do que a sua autonomia. Acreditamos, inclusive, que a falta de autonomia seja um dos sintomas da falta de pertencimento.

Abrir mão de seus saberes docentes e experienciais para seguir planos elaborados por especialistas que não fazem parte de seu contexto, e nem mesmo o consideram, retira a autonomia do professor. Concordamos com isso, mas não esperamos que o professor que compreende o seu pertencimento aceite essas imposições sem nenhuma análise crítica, sem nenhuma resistência.

Assim, condiciona-se que os docentes sejam subordinados e dependentes de pesquisadores, gestores, idealizadores de programas educacionais e elaboradores de materiais didáticos, sendo estes os responsáveis por estabelecer o que deve ou não pertencer ao currículo educacional. Este modelo supõe uma incapacidade de resolver e lidar com inesperado, ou seja, com o enfretamento de situações que não podem ser tomadas como simples processos de operação e resolução padronizados por um sistema de raciocínio totalmente confiável. Levando em conta esta perspectiva, rejeitamos todos os elementos da educação que estão entrelaçados à incerteza, à imprevisibilidade e à conflituosidade (Contreras, 2012).

De novo esbarramos na questão da negação das incertezas por parte do modelo PET. Prigogine (1991) enxerga na imprevisibilidade uma oportunidade de alcançarmos uma nova racionalidade. “Uma racionalidade na qual a verdade científica não é o certo ou o determinado, e o indeterminado ou o incerto não é a ignorância” (Prigogine, 2002b, p. 73). A proposta prigoginiana confronta o positivismo e o cientificismo presentes no modelo de PET e nos faz refletir sobre a necessidade de considerar a complexidade, a incerteza e a imprevisibilidade também no fazer docente.

Segundo o pensamento-Prigogine há liberdade na natureza que descrevemos, a qual permite, por sua vez, a liberdade interior que experimentamos. Assim, em vez de tentar simplificar e reduzir os fenômenos que acontecem no cotidiano do professor de ciências, a proposta prigogineana sugere que devemos abraçar a complexidade e a diversidade dessas situações reais. Ao adotar tal perspectiva, poderemos desenvolver novas racionalidades que levem em conta a interconectividade, a não linearidade e a emergência de fenômenos imprevisíveis. Promover-se-ia, dessa forma, uma abordagem mais aberta e flexível para a compreensão dos problemas complexos que realmente desafiam os docentes em seus cotidianos.

Comprendemos então que o mundo ao qual pertencemos é um espaço de possibilidades, novidades e imprevisibilidade. Contrapondo-se a este mesmo mundo, a competência profissional do PET é restrita a um conjunto fixo de habilidades e regras que devem ser fielmente seguidas, a fim de se alcançar os resultados preestabelecidos. Ao prezar pelo domínio técnico para alcançar os resultados previstos, este professor se encontra numa posição de não pertencimento ao mundo que o envolve. E se ele só se preocupa com os conteúdos a serem ensinados, desconsiderando a existência humana subjetiva, sua e de seus alunos, ele também pode estar despertencido da comunidade ao qual o espaço escolar se insere. Se ele não questiona a ciência que ele ensina, se ela é uma divindade a ser respeitada, sendo ele um mero observador da mesma, então o PET despertence à ciência que ele ensina. ~~A que este professor então pertence?~~

Talvez o PET não questione o seu pertencimento ao mundo, à comunidade ou à ciência porque ele é levado a assumir um papel despolitizado, sem problematizar as finalidades do que lhe é imposto. Mas qual é o preço de anular a sua subjetividade? Como pode um professor trabalhar com entusiasmo durante anos de sua vida em um projeto do qual ele não faz parte? Um projeto que beneficia os já privilegiados? Um projeto que toma o professor como

ferramenta? O que resta, senão desesperança, para o futuro deste professor que não pertence<sup>59</sup>? Inconscientemente, a falta de motivação pode bater à porta deste professor e ali fazer morada.

Ora, se este professor a nada pertence, o que poderá fazer com ele se esforce para proporcionar a melhor experiência didática para seus alunos? Seu salário? Poderíamos pensar que sim, mas lembremo-nos que estamos no contexto brasileiro em que os professores são mal remunerados; logo, o salário não é o motor que faz com que os professores trabalhem com entusiasmo. Consideremos também que os professores não recebem proporcionalmente à qualidade e quantidade do ensino que oferecem.

Desta forma, o professor que despertence, ao alcançar a desesperança, pode começar a oferecer aulas sem qualidade e principalmente, sem criticidade. Se for um professor da iniciativa privada, este será descartado por não atingir as metas pré-estabelecidas. Temos aqui outro problema de ordem social do qual gostaríamos de tratar, mas os limites desta investigação não nos permitem discutir. Enfim, não haverá salário e nem filosofia de trabalho que motive o professor que se sente pertencido.

É urgente que pensemos o sentimento de pertencimento dos docentes para que alcancemos um ensino de qualidade e com princípios progressistas, e para que evitemos problemas futuros de professores desmotivados ou mesmo um apagão de professores. Preocupamo-nos com a promoção de relacionamentos sociais positivos no ambiente escolar, pois este contexto induz o despertar do senso de pertencimento, não apenas do aluno, mas, e principalmente, do professor. Assim, é imprescindível que os cursos de formação inicial e continuada atentem ao sentimento de pertencimento tanto no que se refere à subjetividade do professor quanto ao cultivo desse sentimento na comunidade escolar.

Antes que fechemos esta seção, precisamos dizer que é também possível chamar este *não pertencimento* no contexto político-social do PET de *pertencimento positivista* (termo cunhado por nós). Em termos lógicos, isso não muda os pontos de chegada que apresentamos e tampouco traz algum prejuízo às discussões que tecemos até aqui. Todavia, esclarecemos que optamos por utilizar a perspectiva de *não pertencimento* do PET porque este trabalho, como assinalado desde o seu início, tem vertente progressista. Com esta escolha, pretendemos

---

<sup>59</sup> Nesta investigação, sempre que falamos sobre o não pertencimento ou despertencimento do professor, estamos nos referindo especificamente à não pertença às causas progressistas. Compreendemos, por outro lado, que o professor que não pertence, considerando a perspectiva que adotamos, poderia também se sentir pertencido a vários outros projetos e filosofias contrárias (ou até mesmo solidárias, mas diferentes) a que estamos ponto em evidência neste texto. Por outro lado, este trabalho não dá conta de todas essas possibilidades e subjetividades. Por isso delimitamos nosso trabalho em compreender o pertencimento como um sentimento que inclina o ser humano à justiça social.

expressar e ratificar que qualquer pertencimento que gere justiça social, que seja empático e que considere o outro é um pertencimento potencialmente positivo no contexto escolar.

#### 4.2 O PROFESSOR REFLEXIVO (PR)

Motivado pela influência crescente das ciências cognitivas no campo educacional e preocupado com a crescente aceitação das abordagens qualitativas de pesquisa educacional, em seu livro *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*, Schön (1983) afirmava a re-emergência de que se discutisse a prática reflexiva nos cursos de formação docente. Schön (1983) então elaborou a ideia de profissional reflexivo tomando como pressuposto *o conhecimento na ação e a reflexão na ação*. “Isso significa que o processo de compreensão e de melhoria de seu próprio ensino deve começar da reflexão sobre sua própria experiência e que o tipo de saber advindo unicamente da experiência de outras pessoas é insuficiente” (Zeichner, 2008, p. 539).

Desde então, devido à notoriedade do debate que Schön (1983) trouxe, pesquisadores de vários países começaram a investir esforços em aprofundar a discussão sobre a prática reflexiva. Contreras (2002), buscando sistematizar esses esforços, contribuiu para essa discussão sintetizando as principais investigações sobre a reflexão docente e reconceitualizando o termo *profissional reflexivo* como *professor reflexivo*,<sup>60</sup> o vinculando ao perfil profissional dessa classe de professores.

Segundo Contreras (2002), o conceito de professor reflexivo busca superar a dicotomia entre a pesquisa e a prática. Assim, o modelo PR engloba os docentes com postura de enfrentamento de situações que não são solucionáveis por meios técnicos, prezando pelo diálogo reflexivo entre o professor e as situações-problema. Por isso, é permitido ao PR a fluidez de direções de acordo com as necessidades reais, não se preocupando com os resultados preestabelecidos, diferentemente do que acontece ao PET (Contreras, 2002). Há então uma mudança de foco na formação docente em que, segundo Zeichner (2008), saímos

---

<sup>60</sup> Contreras (2002) elaborou o e fundamentou o conceito de professor reflexivo, considerando, principalmente, o modelo de professor pesquisador proposto por Stenhouse (1984).

*[...] de uma visão de treinamento de professores que desempenham certos tipos de comportamento para uma mais ampla, em que os docentes deveriam entender as razões e racionalidades associadas com as diferentes práticas e que desenvolvesse nos professores a capacidade de tomar decisões sábias sobre o que fazer, baseados em objetivos educacionais cuidadosamente estabelecidos por eles, dentro do contexto em que trabalham e levando em consideração as necessidades de aprendizagem de seus alunos. (Zeichner, 2008, p.536)*

Desta forma, o modelo PR se direciona para a importância de se recuperar a concepção prática da atividade docente, rompendo com o modelo da racionalidade técnica<sup>61</sup>. A proposta prigoginiana sugere que devemos abraçar a complexidade e a diversidade de sistemas reais. Em outras palavras, abandonamos a causalidade, o determinismo, o mecanicismo e a racionalidade e abraçamos a vida, o destino, a liberdade, a espontaneidade (Prigogine & Stengers, 1991). Prigogine está, então, propondo uma nova concepção da racionalidade que ultrapassa a oposição secular entre o determinismo científico e a liberdade humana (Spire, 2000).

No caso do modelo PR, o que se tenta ultrapassar é a oposição entre o tecnicismo e a autonomia docente. Percebemos, com isso, que tanto a teoria prigoginiana quanto o modelo PR enfatizam o pensamento não linear e abandonam a visão reducionista das coisas. Em vez de ver o ensino como um processo direto e previsível, ambos reconhecem a natureza complexa e dinâmica da prática educacional, onde múltiplos fatores e interações estão envolvidos.

O PR nega as práticas pedagógicas baseadas na racionalidade técnica, considerando este modelo raso para compreensão da complexidade do contexto educacional e do fazer docente. “Assistimos à emergência de uma ciência que não está mais limitada a situações simplificadoras, idealizadas, mas que nos coloca diante da complexidade do mundo real (Costa *et al.*, 2009, p.2).” E é justamente isso que o PR faz. Ele aceita e considera em sua prática a existência da incerteza que é inerente aos processos educativos.

Desta forma, convivendo com problemas os quais não se pode exercer nenhum controle específico e que não podem ser resolvidos com repertórios técnicos, a reflexão é a única ação permanente do PR (Contreras, 2002). Neste contexto, o pensamento-Prigogine sugere “que não mais se julgue a fecundidade de um trabalho científico pelo que contém de certezas e outras

---

<sup>61</sup> Segundo Contreras (2002), a racionalidade técnica fundamenta-se na ideia de que a prática profissional do professor consiste na solução instrumental de problemas, utilizando um conhecimento teórico e técnico previamente estabelecido e proveniente da pesquisa científica. Nessa perspectiva, o professor é visto como um técnico, cujo papel é aplicar teorias e técnicas para lidar com situações específicas. Assim, a formação do professor é concebida como um processo de acumulação de cursos, conhecimentos e técnicas, direcionados para a aplicação dessas teorias e técnicas na prática educativa.

verdades definitivas” (Spire, 2000, p. 38). Uma vez que as atividades de ensino envolvem situações de incertezas, instabilidades, singularidades e presença de conflitos, nos é bastante clara a necessidade desse profissional reflexivo em nosso contexto educacional.

*Trata justamente de dar conta da forma pela qual os profissionais enfrentam aquelas situações que não se evoluem por meio de repertórios técnicos; aquelas atividades que, como o ensino, se caracterizam por atuar sobre situações que são incertas, instáveis, singulares e as quais são conflitos de valor. (Contreras, 2002, p.106)*

De modo geral, o professor reflexivo reflete *na ação* – ajustando a ação por meio da reflexão -, reflete *sobre a ação* – reconstruindo a ação por meio da revisão da ação a *posteriori* - e reflete *sobre a reflexão na ação* – baseia-se nas suas reflexões para construir novos raciocínios, novas formas de pensar, de agir e de equacionar problemas Schön (1983). Assim, por meio da ação, o professor assume o papel de pesquisador da prática à qual ele está inserido. Cabe ressaltar que no modelo PR, o conhecimento na ação não é anterior a ação; ele se constrói na ação, integrando a teoria e a prática. Segundo Schön (1983), refletir na ação é pensar sobre o que se faz, pensando enquanto se faz. O que acontece então é uma relação circular em que a teoria subsidia a prática e a prática questiona a teoria, possibilitando que os PRs construam novos saberes.

Prigogine (1991) converge com esta postura, pois também acredita que teoria e prática são interdependentes, não podendo ser vistas como entidades separadas. Para o pensamento-Prigogine, a teoria deve estar intimamente ligada à prática, e a ciência deve se concentrar não apenas na busca do conhecimento teórico, mas também na aplicação prática desse conhecimento para resolver problemas do mundo real.

Desta forma, o PR é um questionador de sua própria prática, praticando a *reflexão na ação* ao ser posto em contato com situações diferentes das habituais. Muitas dessas situações relevam contextos em que o conhecimento acumulado e o experiencial acabam sendo insuficientes para resoluções assertivas (Contreras, 2002).

Assim como as incertezas descritas por Prigogine podem ser vistas como um reconhecimento da complexidade do mundo, os professores também enfrentam incertezas em relação aos resultados do aprendizado, às abordagens de ensino e às constantes mudanças no ambiente educacional. Neste sentido, o PR abraça a incerteza como uma oportunidade de aprendizado e crescimento. É-lhe permitido experimentar novas estratégias de ensino, refletir sobre seus resultados e ajustar suas práticas com base em sua própria prática. Isso permite que

o PR se adapte às mudanças, aborde os desafios de forma criativa e melhore continuamente sua didática.

O professor reflexivo é, na verdade, um facilitador do processo de aprendizagem, orientando as decisões dos educandos nas situações de incerteza. Como na atuação docente os problemas são muitos e singulares e envolvem situações incertas e instáveis, o professor reflexivo está sempre buscando pela descoberta e construção de procedimentos, ideias e vias de enfrentamento. Fazendo uso da reflexão, o educador tenta percorrer o caminho mais adequado para atingir os objetivos de sua ação. E é por isso que a prática da reflexão se encaixa mal em contextos de burocracia e controle (Contreras, 2002).

A autonomia para o PR é evidenciada na capacidade e na liberdade para resolver criativamente as situações problema (Contreras, 2002). Neste contexto, Prigogine (1991) nos lembra que para a física clássica a objetividade era definida como a ausência de referência, na descrição do objeto, àquele que o descreve. Da mesma forma, no modelo PR não há como desconsiderar a existência do docente. Ele existe no processo educativo e sua presença é percebida porque sempre busca novas abordagens, quer seja para resolver os desafios que lhe surgem no cotidiano escolar ou para aperfeiçoar o seu fazer didático. Se tirarmos essa autonomia didática desse professor, sua reflexão não atinge nenhum objetivo prático.

Já o compromisso do PR com a comunidade, em tese, se dá por meio da negociação e equilíbrio entre os diferentes interesses sociais, interpretando seu valor e mediando política e prática entre eles (Contreras, 2002). Desta forma, o PR tem um perfil questionador e investigativo diante da própria prática, deliberando individualmente na incerteza acerca da forma moral ou educativamente correta de agir em cada caso.

A partir deste ponto começamos a perceber que o modelo PR, apesar de sua tentativa, em teoria, de ruptura, manteve consigo alguns problemas já presentes no modelo PET e trouxe também algumas novas problemáticas que merecem nossa atenção. De modo geral, a nossa percepção é que haver autonomia profissional apenas quanto à ação-reflexão nas estratégias didáticas não é suficiente para que o PR tenha realmente autonomia profissional e nem para que desenvolva os princípios de uma educação libertadora.

Assim como Prigogine não concorda com a falta de autonomia do PET, ele tampouco concorda com a autonomia ilusória que é depositada no PR pelo sistema. Para Prigogine (2009), seguir este tipo de caminho pode resultar numa sociedade atemporal, sem memória e despolitizada. Por outro lado, Prigogine também faz um apelo bem sincero.

*Cabe às futuras gerações manterem-se vigilantes para garantir que isso jamais aconteça. [...] Cabe ao homem dos dias atuais, com seus problemas, dores e alegrias, garantir sua sobrevivência no futuro. A tarefa é encontrar a estreita via entre a globalização e a preservação do pluralismo cultural, entre a violência e a política, entre a cultura da guerra e a cultura da razão. São responsabilidades pesadas. (Prigogine, 2009, p. 17)*

Voltemos ao foco de nossa discussão. Ainda que o PR tenha maior autonomia em sua profissão, isso não significa que ele possua o senso de pertencimento à sua comunidade, à ciência que ele ensina ou a este mundo que ele habita. E este nos parece ser um ponto crucial de influência no perfil profissional do PR. O fato de o PR ter autonomia para escolher os caminhos que ele vai percorrer não garante que vá fazer escolhas que favoreçam ideais educacionais voltados para a justiça social. Somos ainda mais críticos e afirmamos que o docente que tem autonomia, mas não possui senso de pertencimento, tem grandes chances de continuar sendo objeto a serviço da manutenção do sistema.

*Quando se defende a ideia do professor como profissional reflexivo não se está revelando nenhum conteúdo para a reflexão. Não se está propondo qual deve ser o campo de reflexão e onde estão situados seus limites. Pressupõe-se que o potencial da reflexão ajudará a reconstruir tradições emancipadoras implícitas nos valores de nossa sociedade. O que está em dúvida é se os processos reflexivos, por suas próprias qualidades, se dirigem à consciência e realização dos ideais de emancipação, igualdade ou justiça; ou se poderiam estar ao serviço da justificação de outras normas e princípios vigentes em nossa sociedade, como a meritocracia, o individualismo, a tecnocracia e o controle social. (Ghedin, 2019, p.136)*

Pois bem, embora a reflexão na ação exija a articulação do ensino com o contexto em que o professor está inserido, ela também tem como limitação uma restrição a esse microcontexto. Tal conjuntura não permite que o professor reflita sobre as questões sociais e políticas mais amplas que interferem no campo educativo. Precisamos então nos atentar, pois o ensino reflexivo pode se abster das discussões sobre as condições éticas e políticas inerentes à própria prática, reduzindo a reflexão às práticas pedagógicas, ao ambiente da sala de aula e ao conteúdo disciplinar.

Neste sentido, Zeichner (2008, p. 549) aponta que “a crítica não necessariamente se aplica aos arcabouços de desenvolvimento da reflexão docente que encorajam uma progressão em direção a uma maior competência para lidar com a ambiguidade e a incerteza”. Seguindo este caminho, a prática puramente reflexiva abstrai o contexto social no qual está inserida e limita o docente a intervir em questões de injustiças e desigualdade social. Limitando as

reflexões ao contexto da sala de aula, nos questionamos quão distante o professor reflexivo está de uma prática que propicie a emancipação individual e coletiva.

*Aqui, apesar de toda a retórica em torno dos esforços para se prepararem professores mais reflexivos e analíticos sobre seus trabalhos, na verdade, a formação docente reflexiva fez muito pouco para fomentar um real desenvolvimento dos professores e elevar sua influência nas reformas educacionais. Em vez disso, criou-se, em geral, uma ilusão do desenvolvimento docente que manteve, de maneiras mais sutis, a posição de subserviência do professor. (Zeichner, 2008, p.541)*

Temos também outra questão problemática no modelo PR: a obrigação moral do professor reflexivo pode o faz conduzir um ensino segundo os valores educativos pessoalmente por ele assumidos. Neste sentido, para Pimenta & Ghedin (2019), o modelo de professor reflexivo dá o protagonismo ao docente, ao torná-lo principal o sujeito da ação educacional. Pode ocorrer, desta forma, uma supervalorização do papel do docente no processo de ensino e aprendizagem, oportunizando uma possível hegemonia autoritária. Neste sentido, (Contreras, 2002) afirma que “deixar para a exclusiva decisão profissional, justificada em sua necessária autonomia, as decisões educativas, é resolver de modo unilateral o que é plural” (p. 131).

*Esse viés individualista faz com que seja menos provável que professores sejam capazes de confrontar e transformar os aspectos estruturais de seu trabalho que minam a possibilidade de atingirem seus objetivos educacionais. Não se discute o contexto do trabalho docente. Enquanto as preocupações principais dos professores recaem, de maneira compreensível, sobre suas salas de aula e seus estudantes, não seria muito sábio restringir a atenção dos professores apenas para esses pontos. (Zeichner, 2008, p.542)*

Por outro lado, Kachchhap e Horo (2021) nos atentam que uma organização educacional inclui uma variedade de pessoas de diferentes origens, que podem incluir cultura, idioma, tradição, costume, crença, entre outros. Em outras palavras, não há como escapar da diversidade no contexto educacional. Com esse crescimento da diversidade, existe a necessidade de que se crie afiliação no ambiente escolar para que atitudes pró-organizacionais se manifestem (Kachchhap & Horo, 2021). Imaginemos, por exemplo, uma escola repleta de professores reflexivos, cada um orientando sua prática educativa segundo seus princípios, sem coordenação, sem harmonia. Ainda que as intenções sejam as melhores possíveis, a confusão de objetivos causaria um caos no caminhar didático pedagógico dessa instituição.

Neste sentido, Kachchhap e Horo (2021) afirmam que o trabalho coordenado dos professores pode ser alcançado quando existe um senso de pertencimento nos professores. Estes

autores argumentam que, especialmente nas escolas, onde os professores frequentemente precisam trabalhar em comunidade, é muito importante que se mantenha um ambiente que cultive o senso de pertencimento dos docentes. Lembremo-nos que, assim como são responsáveis por criar a atmosfera adequada no ambiente escolar, os docentes também são simultaneamente influenciados por este mesmo ambiente (Kachchhap & Horo, 2021). Desta forma, gostaríamos de destacar, mais uma vez, o sentimento de pertencimento por ser uma questão ainda anterior a autonomia do PR.

Outra problemática relacionada ao modelo PR é a vulgarização do termo *reflexivo*, sendo este exageradamente utilizado e de maneira indiscriminada nos mais variados discursos no campo da formação de professores para justificar suas metodologias. Depois de certo tempo, segundo Zeichner (2008), o termo reflexivo se tornou um jargão no meio educacional e já não tem mais nenhum significado específico.

Com isso, frequentemente visualizamos o pensamento reflexivo sendo utilizado como ferramenta técnica para resolução de problemas que *não* são técnicos, insinuando a reflexão como uma prática individualizada e restrita. Podemos observar, dessa forma, a utilização de uma suposta perspectiva reflexiva como meio de camuflar a presença da racionalidade técnica enraizada nos cursos de formação de professores.

Neste sentido, Zeichner (2008) afirma que essa suposta emergência da prática reflexiva na formação docente está mais ligada aos esforços das reformas neoliberais em exercer um controle maior e mais sutil sobre os professores do que à promoção do desenvolvimento docente.

*O pós-positivismo apresenta-se em metáforas muito atraentes, como a de converter os professores em profissionais reflexivos, em pessoas que refletem sobre a prática, quando, na verdade, o professor que trabalha não é o que reflete, o professor que trabalha não pode refletir sobre sua própria prática porque não tem tempo, não tem recursos, até porque, para sua saúde mental, é melhor que não reflita muito. Tem-se, pois, a elaboração da metáfora reflexiva, que é a metáfora com mais cotação no mercado intelectual da investigação pedagógica atualmente. (Sacristán, 2019, p. 82)*

Após uma análise crítica e contextualizada do conceito de professor reflexivo, Pimenta e Ghedin (2019) ressaltam a relevância do seu caráter político-epistemológico e enfatizam a importância de que seja acompanhado pelas políticas públicas para ser efetivamente aplicado. A autora adverte que, sem esse acompanhamento, o conceito pode se tornar um mero discurso vazio, colocando a culpa pelos resultados negativos exclusivamente nos professores e isentando

os governantes de suas responsabilidades e compromissos.

Ao chegar neste ponto da discussão, nos perguntamos: existe mesmo uma diferença significativa entre o PET e o PR nas condições atuais que a Educação se encontra? E chegamos à conclusão de que, guardadas as devidas particularidades e proporções de cada modelo, ambos experimentam de uma autonomia ilusória. Talvez o caso do PR seja ainda mais grave, pois este acredita que tem domínio sobre a sua prática, ao passo que o PET nem reflete sobre essa questão. Mas pensando em termos de promoção uma educação emancipadora, ambos estão a serviço de um mesmo sistema. A diferença é que para o PR, permite que sejam ajustados os meios para se atingir objetivos definidos por outras instancias (Zeichner, 2008). Mas a atividade de ensino continua sendo uma atividade meramente técnica, tanto para o PET quanto para o PR. Assim, o privilégio de maior autonomia que o PR tem é mais uma ilusão do que algo palpável<sup>62</sup>.

Ratificamos mais uma vez a importância do senso de pertencimento para o PR. Sem que o PR se sinta pertencido, dificilmente ele romperá com essa situação de falta de criticidade da educação que ele contribui em propagar. Acreditamos que a sede de autonomia que o PR tem e a presença do sentimento de pertencimento são dois fatores que, aliados, poderiam trazer empoderamento efetivo ao docente, fazendo com que a sua prática realmente tenha posicionamento político.

Se somente a autonomia em seu fazer docente é o suficiente para a sua realização profissional, a que o PR pertence? Poderíamos então tecer discussões sobre o PR e a ausência de pertencimento muito parecidas às que fizemos sobre o pertencimento e o PET. Por isso e sem que muito nos delonguemos, é urgente repensar a questão do pertencimento do PR. É preciso que esse professor se conscientize de sua posição humana no mundo, de sua posição profissional na/para a sociedade e se empodere disso para a promoção de uma educação que realmente vise à justiça social.

Quanto ao compromisso com o progressismo, Prigogine (2000) afirma que ele é árduo, mas o ser humano precisa encontrar o bom senso entre a globalização e a preservação do pluralismo cultural, entre a violência e a política, entre a cultura da guerra e a cultura da razão. Neste sentido, a formulação da ciência proposta por Prigogine ultrapassa o ponto de vista eurocêntrico e oferece uma nova leitura, menos restrigente e mais acessível para as outras

---

<sup>62</sup> Ainda que o PR possa propor novas possibilidades diante daquilo que lhe é imposto, ainda que ele possa modificar e reconstruir sua prática pedagógica, essa autonomia é um processo limitado visto que ele é impedido de ser agente transformador em questões de ordem política, econômica e de subversão de posto.

culturas, sendo a probabilidade e a irreversibilidade agora atreladas a uma visão menos pessimista não só da natureza, mas também do significado do ser humano no universo (Prigogine, 2009).

Ao se direcionar às futuras gerações, Prigogine (2000) afirma que devemos lutar pela extinção dos mimetismos da violência e pelo fim da acidez das desigualdades. No que tange ao PR, Zeichner (2008) nos alerta que a reflexão é indiscutivelmente um ato político com poder de colaborar ou desestabilizar a consolidação de uma sociedade mais humana e justa. Lembremo-nos que hoje a ciência intervém no meio social, modelando a história de bilhões de seres humanis. É um risco os professores, propagadores dessa ciência, não carregarem consigo a marca do pertencimento, que pode direcioná-los para a consolidação de um projeto humanista.

*Se, por um lado, as ações educativas dos professores, nas escolas, obviamente, não podem resolver os problemas da sociedade por elas mesmas, por outro, elas podem contribuir para a construção de sociedades mais justas e mais decentes. Os professores devem agir com uma clareza política maior sobre quais interesses estão sendo privilegiados por meio de suas ações cotidianas. Eles podem ser incapazes de mudar alguns aspectos da situação atual, mas ao menos estão conscientes do que está acontecendo. (Zeichner, 2008, 546)*

A relação do senso de pertencimento e o modelo PR é ainda mais importante do que costumamos supor. A reflexão acrítica é tão perigosa que pode, por exemplo, tornar o PR um ser solitário dentro do seu próprio espaço escolar, retroalimentando o sentimento de despertencimento neste professor. Isso acontece porque, uma vez priorizando a reflexão individual e desconsiderando o contexto social do ensino, os PRs começam a considerar seus problemas como exclusivamente seus e responsabilizam a si próprios sem considerar criticamente a estrutura da educação escolar a que estão submetidos, e também as problemáticas enfrentadas por outros professores. Tal contexto “desvia a atenção dos professores de uma análise crítica das escolas e das estruturas do trabalho docente para uma preocupação com seus fracassos individuais” (Zeichner, 2008, p. 543).

Por outro lado, acreditamos que o cultivo do sentimento de pertencimento poderia suavizar a solidão do PR pois o indivíduo que se sente pertencido tende a se sentir mais acolhido e tem mais trocas com os seus pares. Neste cenário, o PR compreenderia que ele não é o único que passa por determinadas problemáticas, não só no seu fazer didático, mas em seu posicionamento como pessoa existente no mundo. A abertura para trabalhar em equipe e trocar *feedbacks* deveria ser característica essencial do professor reflexivo, pois isso contribuiria não

só para o aprimoramento da prática docente, mas também para o crescimento profissional de conjunto.

Devemos também considerar que um professor que se sente parte integrante da escola e da comunidade está mais inclinado a enfrentar desafios e dificuldades com maior resiliência. Desta forma, o sentimento de pertencimento cria um ambiente de apoio emocional, o que é especialmente relevante em situações em que o educador precisa lidar com problemas acadêmicos, comportamentais ou emocionais dos alunos.

Por tudo isso, consideramos que a ênfase na reflexão crítica é insuficiente para melhorar o desempenho do PR. Consideramos também que seria interessante que o PR considerasse os problemas socioculturais que perpassam a sua atividade docente e que se posicionasse diante deles. Mas se isso ele fizesse, ele deixaria de ser um PR. Compreendemos isso e não pretendemos mudar os fundamentos do modelo PR. Não há lógica ontológica ou epistemológica para isso. Por outro lado, não pudemos evitar de usar essa prerrogativa acadêmica de conversar com o modelo PR como se ele pudesse assimilar críticas e modificar o seu perfil profissional porque objetivamos mostrar ao leitor que a reflexão crítica aliada ao sentimento de pertencimento são importantes elementos no desenvolvimento pessoal e profissional do educador, poderiam fazer florescer no PR a motivação para promover uma educação baseada em princípios de solidariedade<sup>63</sup>. Prigogine (1991) corrobora este posicionamento quando afirma “que a nossa ciência se abrirá ao universal logo que cesse de negar, de se pretender estranha às preocupações e interrogações das sociedades no seio das quais se desenvolve” (p. 14).

Antes de finalizarmos esta seção, gostaríamos de fazer uma observação. Ainda que consideremos que o PR possua algum pertencimento, esse seria um pertencimento limitado, dado que sua prática e sua autonomia também são limitadas. Não podemos nos esquecer que o PR, ainda que não tenha consciência disso, também trabalha para um projeto neoliberal. Com isso, mesmo que consideremos que o PR tenha algum tipo de pertencimento, este pertencimento não seria suficiente, pois não se alinha com as causas progressistas. Com isso, o máximo que esse professor poderia possuir seria um *pertencimento construtivista* (termo cunhado por nós pesquisadores). Um pertencimento que não se aprofunda e que não inspira porque para este professor basta a autonomia para fazer escolhas ao seu fazer didático, sem considerar o contexto

---

<sup>63</sup> Foi neste ponto da discussão que compreendemos que tínhamos a oportunidade e bagagem teórica para propor um novo modelo de formação docente. Um modelo que considerasse fundamentalmente o pertencimento epistemológico advindo do referencial teórico prigoginiano.

social em que elas se realizam.

Se considerássemos que o PR possui algum tipo de pertencimento, precisaríamos ter ciência de que esse pertencimento seria limitado pelas próprias imposições filosófico e socioprofissionais que fazem desse docente um PR. Por isso escolhemos durante as discussões desta secção, dizer que o PR tem, não o sentimento de pertencimento, da mesma forma que fizemos com o PET, pois qualquer pertencimento que este professor venha a ter, não se alinha ao projeto de educação emancipatória pela qual lutamos. Este professor é *despertencido* das lutas por justiça social. Por outro lado, considerando um ponto de vista lógico, assumir que o PR possua então o *pertencimento construtivista* também não alteraria em nada as conclusões que aqui chegamos.

#### 4.3 O PROFESSOR INTELECTUAL CRÍTICO (PIC)

A Pedagogia Crítica<sup>64</sup> é um termo que descreve um conjunto de práticas educacionais que buscam capacitar indivíduos a mudar os sistemas sociais existentes. Neste espectro e indo de encontro com as visões estritamente técnicas e instrumentais as quais discutimos anteriormente, Contreras (2002) apresenta então um modelo de formação de professores que vai além da reflexão sobre a prática e que pressupõe *uma forma crítica* que permite aos docentes analisar e questionar as estruturas institucionais em que trabalham. Este modelo, intitulado *intelectual*<sup>65</sup> crítico, associado à racionalidade crítica, se fundamenta principalmente nas pesquisas de Gramsci e Giroux (1990).

O modelo PIC versa sobre a formação do professor para a transformação social a partir do conhecimento das condições sociais e políticas que, para serem superadas, exigem lutas coletivas. Desta forma, o educador tem um papel intelectual na produção e reprodução da vida social. Neste modelo os educadores são encorajados a desenvolver críticas em relação às condições sociais, culturais e econômicas em que estão inseridos, problematizando as visões

---

<sup>64</sup> Ao longo das últimas décadas, autores como Henry Giroux e Peter McLaren têm desenvolvido teorias de pedagogia crítica, baseando-se na tradição de "emancipação" da teoria crítica praticada por Horkheimer, Adorno, Marcuse e Habermas. Nessa mesma linha, Paulo Freire, Antonio Gramsci e bell hooks discutem como a educação pode ser usada para promover agência e incitar mudança social.

<sup>65</sup> Sem espaço para que nos delonguemos nessa terminologia, Giroux (1997) aponta que a categoria de intelectual "primeiramente, ela oferece uma base teórica para examinar-se a atividade docente como forma trabalho intelectual, em contraste com sua definição em termos puramente instrumentais ou técnicos. Em segundo lugar, ela esclarece os tipos de condições ideológicas e práticas necessárias para que os professores funcionem como intelectuais. Em terceiro lugar, ela ajuda a esclarecer o papel que os professores desempenham na produção e legitimação de interesses políticos, econômicos e sociais variados através das pedagogias por eles endossadas e utilizadas" (p. 161)

sobre a prática de ensino, suas próprias funções e a educação escolar sob uma perspectiva sociocultural progressista (Contreras, 2002). Contreras (2002) nos alerta que

*A reflexão crítica não se pode ser concebida como um processo de pensamento sem orientação. Pelo contrário, ela tem um propósito muito claro de definir-se diante dos problemas e atuar conseqüentemente, considerando-os como situações que estão além de nossas próprias intenções e atuações pessoais, para incluir sua análise com problemas que têm uma origem social. (Contreras, 2002, p. 163).*

Diferentemente da reflexão tradicional, a reflexão crítica não se limita apenas a problematizar as práticas docentes. Ela permite ao professor analisar e questionar as estruturas institucionais em que ele atua. Os professores refletem sobre os efeitos que essas estruturas têm na maneira com que eles analisam e compreendem não apenas sua própria prática, mas também seu contexto social e político (Contreras, 2002).

Contreras (2002) afirma que refletir criticamente implica em se posicionar dentro do contexto de uma ação. Por isso, a reflexão crítica é uma abordagem que considera a natureza social e histórica, bem como suas implicações públicas. Com isso, o PIC está mais preocupado com as questões do cotidiano de sua comunidade escolar, buscando não apenas a “compreensão das circunstâncias em que ocorre o ensino”, mas também em “desenvolver também as bases para a crítica e a transformação das práticas sociais que se constituem ao redor da escola” (Contreras, 2002, p. 158).

Prigogine (1991) caminha na mesma direção que o modelo PIC quando rejeita em sua teoria a possibilidade de sermos apenas algum tipo de máquinas inferiores, vivendo para um plano superior que não nos foi revelado e ao qual estaríamos inquestionavelmente condicionados. O mundo determinista, que Prigogine veemente refuta, pressupõe concordar que temos papéis mecânico e friamente predeterminados neste mundo.

Neste sentido, o modelo PIC afirma que não podemos simplesmente aceitar passivamente a prática reflexiva, como sugere o modelo PR, mas devemos, ao contrário disso, examinar cuidadosamente o tipo de vínculo que essa reflexão deseja estabelecer com a ação, compreendendo em quais relações sociais ela pode ocorrer e a quem ela servirá (Contreras, 2002). Com isso, o modelo PIC considera as condições sociais e históricas que são contexto da prática educativa e questiona o aspecto político da ação de refletir.

*A reflexão crítica é libertadora porque nos emancipa das visões acríticas, dos pressupostos, hábitos, tradições e costumes não questionados e das formas de coerção e de dominação que tais práticas supõem e que muitas vezes nós sustentamos, em um auto-engano (Contreras, 2002, p. 165).*

O PIC insistentemente busca expandir seu entendimento sobre assuntos desconhecidos, o que lhe permite problematizar diferentes possibilidades educacionais, se transformando e superando limitações. Esse profissional resiste às imposições externas. A autonomia deste docente, compreendida como um processo de emancipação, sugere que o ensino seja baseado em princípios de justiça, igualdade e democracia (Contreras, 2002). Assim, o intelectual crítico demonstra uma preocupação genuína com aqueles que sofrem, buscando ativamente promover mudanças e lutar por transformações sociais.

Caminhando nesta mesma direção, Prigogine (2009) afirma que o futuro é incerto porque é aberto e que cabe a nós refletir sobre a melhor maneira de realizar o futuro, a fim de que ele coincida com a ideia que fazemos do progresso.

*Um processo de reflexão crítica permitiria aos professores avançarem para um processo de transformação da prática pedagógica, mediante sua própria transformação como intelectuais críticos, e isso requer, primeiramente, a tomada de consciência dos valores e significados ideológicos implícitos nas atuações de ensino e nas instituições que sustentam, e, em segundo lugar, uma ação transformadora dirigida a eliminar a irracionalidade e a injustiça existente em tais instituições (Contreras, 2002, p.165).*

É primordial que o PIC ultrapasse os limites da reflexão e questione as estruturas nas quais está inserido, rejeitando qualquer visão técnica previamente imposta pela instituição. Uma vez inseridos em um processo formativo e fazendo uso de alguma prática de ensino, é fundamental ir além dessas restrições para que possam questionar o sentido político, econômico e cultural que a escola busca cumprir, a fim de compreender de que forma esses aspectos ameaçam a prática pedagógica (Contreras, 2002). Assim, o PIC questiona “a origem histórica e social do que se apresenta como *natural*, para conseguir captar e mostrar os processos pelos quais a prática do ensino fica presa em pretensões, relações e experiências de duvidoso valor educativo” (Contreras, 2002, p.185).

Neste contexto, Freire (2020) argumenta que as estruturas de desigualdades persistem não apenas por causa do conteúdo do que é ensinado aos oprimidos, mas também porque os processos pelos quais sua educação é entregue foram estrategicamente projetados para desempoderar. McLaren (2004) continua essa discussão afirmando que o novo currículo oculto,

ou *não dito pedagógico*, é a tentativa de deformar o conhecimento em um conjunto discreto e descontextualizado de habilidades técnicas embaladas para servir aos interesses dos grandes negócios, mão de obra barata e conformidade ideológica.

Neste contexto, ao discorrer sobre as interpretações de seus conceitos de bifurcação e flutuação, Prigogine (2000) parece convergir com os pressupostos do modelo PIC. Severo & Sousa (2020) apontam que as bifurcações e flutuações propostas pelo pensamento-Prigogine sugerem que as possibilidades estão abertas e que, por isso, devemos estar alerta aos caminhos que tomamos para que possamos ressignificar não somente as ciências sociais, mas o mundo em si. Prigogine (2009) escreve em sua carta aberta às futuras gerações:

*Em sentido geral será que a bifurcação reduzirá a distância entre os países ricos e os pobres? A globalização será caracterizada pela paz e democracia ou por violência, aberta ou disfarçada? Cabe às futuras gerações criar as flutuações que determinarão o rumo do evento correspondente à chegada da sociedade da informação.*

*Minha mensagem às futuras gerações, portanto, é de que os dados não foram lançados e que o caminho a ser percorrido depois da bifurcação ainda não foi escolhido. Estamos em um período de flutuação no qual as ações individuais continuam a ser essenciais. (Prigogine, 2009, p.16)*

O modelo PIC aqui apresentado serve como base para compreender o modelo PIC transformador proposto por Giroux (1997). Esse autor propõe uma abordagem que abre caminho para a construção de uma sociedade mais democrática e justa, com o objetivo de formar cidadãos críticos e engajados. Nesse contexto, os professores são considerados *intelectuais transformadores*, uma vez que o compromisso vai além da problematização do conhecimento crítico, como ocorre no modelo reflexivo crítico, abrangendo também a transformação social e a promoção do pensamento e da ação crítica (Contreras, 2002). Desta forma, além da reflexão crítica, este modelo enfatiza a importância da ação na sociedade, visando aplacar as relações de poder que são fundamentadas na opressão.

Giroux (1997) acredita que o processo educativo deve *fazer do pedagógico mais político e do político mais pedagógico*. Em suas próprias palavras:

*Tornar o pedagógico mais político significa inserir a escolarização diretamente na esfera política, argumentando-se que as escolas representam tanto um esforço para definir-se o significado quanto uma luta em torno das relações de poder. Nessa perspectiva, a reflexão e ação críticas tornam-se parte do projeto social fundamental de ajudar os estudantes a desenvolverem uma fé profunda e duradoura na luta de superar injustiças políticas e sociais, humanizarem-se ainda mais como parte da luta. Neste caso, o conhecimento e o poder estão inextricavelmente ligados à pressuposição de que optar pela vida, reconhecer a necessidade e aperfeiçoar seu caráter democrático e qualitativo para todas as pessoas, significa compreender as pré-condições necessárias para lutar por ela. Tornar o político mais pedagógico significa utilizar formas de pedagogia que incorporem interesses políticos que tenham natureza emancipadora; isto é, utilizar formas de pedagogia que tratem os estudantes como agentes críticos; tornar o conhecimento problemático; utilizar o diálogo crítico e afirmativo; e argumentar em prol de um mundo qualitativamente melhor para todas as pessoas. (Giroux, 1997, 163)*

Para fins didáticos, resumiremos as principais missões do PIC transformador, independentemente da ordem de importância, segundo a perspectiva de Giroux (1997): [1] “Fornecer liderança moral, política e pedagógica para aqueles grupos que tomam por ponto de partida a análise crítica das condições de opressão” (p. 187); [2] “Fornecer aos estudantes os instrumentos críticos para compreender e dismantelar a racionalização crônica de práticas sociais prejudiciais” (p. 188); [3] “Engajar-se ativamente em projetos que os estimulem a abordar seu próprio papel crítico na produção e legitimação das relações sociais” (p. 188) e [4] “Desenvolver e trabalhar com movimentos fora dos contornos limitantes das disciplinas, simpósios e sistemas de recompensa que se tornaram os únicos referenciais da atividade intelectual.” (p. 188).

Assim, o PIC transformador questiona as organizações institucionais que estruturam e mediam a função da escola no contexto mais amplo da sociedade. Este professor também prioriza a dimensão política do currículo, reconhecendo importância dos aspectos sociais, políticos, culturais e econômicos ali presentes, buscando atuar em espaços públicos afim de alcançar a liberdade individual e a justiça social (Giroux, 1997). Desta forma, é essencial ao PIC transformador participar de movimentos que lutem pela transformação social, propiciando a criação de espaços democráticos onde professores, pais e a comunidade atuem em conjunto para proteger o currículo e a política escolar (Contreras, 2002).

Por outro lado, Contreras (2002, p. 162), tem algumas ressalvas quanto à construção teórica proposta por Giroux, afirmando que “Giroux representa o conteúdo de uma nova prática profissional para os professores, mas não expressa as possíveis articulações com as experiências concretas dos docentes”. Em outras palavras, Giroux não apresenta como fazer a transição de

um PET para um PIC transformador. É como se bastasse ao docente ter vontade política para que pudesse empreender transformações. Contreras critica Giroux dizendo:

*[...] tem-se a sensação de que uma única fórmula pela qual os professores chegariam a assumir um compromisso intelectual crítico e transformador é por meio da leitura de sua obra. Dada a ausência de análise sobre quais são circunstâncias reais – sociais, institucionais e históricas – em que os professores se encontram no trabalho, e as conseqüentes dificuldades práticas que teriam de vencer para modificá-las, parece assumir-se que a mera leitura e iluminação por essas ideias, juntamente com a vontade política de empreender as transformações, são elementos suficientes para que os docentes passem a se transformar em intelectuais críticos. (Contreras, 2002, p.161)<sup>66</sup>*

Contreras (2002), então, evidencia a urgência de construir um discurso que una a perspectiva crítica à linguagem da possibilidade. É preciso, dessa forma, apresentar maneiras de o docente assumir seu papel de agente de transformações dentro e fora da sala de aula. Nesta direção, Oliveira e Queiroz (2016) tecem algumas indagações quanto ao modelo TIC de Giroux: Como esse professor estabeleceu/estabelece as reflexões transformadoras sobre sua prática? “Quais seriam, portanto, os fios que compõem a prática do professor como intelectual transformador?” (p. 343).

As questões levantadas por Oliveira e Queiroz (2016), nos levam, mais uma vez, ao sentimento de pertencimento. Compreendemos que os professores estabelecem suas reflexões críticas *transformadoras* ancoradas pelo sentimento de pertencimento, sendo este o fio que norteia a sua prática intelectual. Enxergamos no pertencimento essa força que leva o docente às reflexões progressistas, uma vez que ele se sente conectado a algo maior que a sua existência individual. Desta forma, sentir que contribui com um projeto coletivo pode motivar o docente a engendrar projetos que visem a emancipação.

Mariano e Lima (2017) contribuem com a discussão afirmando que o professor intelectual tem a missão de restaurar o tecido cultural, construindo conexões entre o seu mundo e o mundo dos membros da comunidade escolar. Neste contexto, os autores afirmam que o PIC tem “em suas mãos a função social da transposição didática, ou seja, transformar os elementos

---

<sup>66</sup> Queirós (2012, p. 283) rebate essa crítica a Giroux afirmando que “Giroux está preocupado em responder o porquê de termos um professor intelectual crítico transformador e um currículo de escola em uma vertente social transformadora e não o como. [...] A afirmação de Contreras (2002) de que Giroux assume, que apenas a leitura de sua obra é suficiente para os professores se tornarem intelectuais críticos, é equivocada, pois como vimos, Giroux (1997) alerta que para desenvolver um processo de transformação é necessário “beber” em outros campos teóricos, como as teorias sociais do discurso, o estruturalismo etc., criticar estas linhas teóricas, bem como apropriar-se delas para a transformação do processo educativo”.

da cultura em algo que se possa ser ensinado e aprendido” (Mariano & Lima, 2017, p. 269). Em nossa compreensão, poderíamos traduzir este posicionamento como sendo o papel do PIC a própria promoção do sentimento de pertencimento.

Neste sentido, Mellouki e Gauthier (2004) afirmam que a relação do docente com sua herança cultural não ocorre de maneira passiva, com isso o docente absorve (ou não) a *missão* de mediador do legado cultural e científico da humanidade em um processo bastante complexo. Assim, assumir a postura crítica pode contribuir para que o docente compreenda e estabeleça a forma e a intensidade da relação que ele tem com a sua herança.

*Toda herança é inaceitável, se não for ao mesmo tempo desenvolvimento da faculdade crítica. A crítica é o despertar e o exercício de uma consciência engajada no mundo, preocupada em separar o joio do trigo, em detectar os vieses culturais (preconceitos, estereótipos, etnocentrismo etc.) e em lançar um olhar circunstanciado sobre os seus próprios saberes, valores e modos de viver e de pensar, os de seus semelhantes e os dos outros. (Mellouki & Gauthier, 2004, p.558).*

Contudo, se essa postura crítica se impõe sem considerar o contexto do pertencimento, ainda não teremos elementos suficientes para alcançar o projeto educacional emancipatório que almejamos. Acreditamos, por isso, que considerar o pertencimento na análise crítica dos docentes deve ser uma atitude explícita, pois é justamente o sentimento de pertencimento que dará o tom da criticidade ao docente, o norteando no processo educativo. Estamos também alertando que criticidade sem pertencimento pode conduzir os professores para direções diferentes daquelas que promovem a igualdade social. Temos então que cultivar em nossos docentes um *pertencer* que nos direcione ao progressismo.

Por outro lado, Mariano e Lima (2017, p. 267) nos chama a atenção sobre “equivoco de pressupor que o trabalho com base no conceito de intelectual seja a panaceia para o trabalho docente”. Para estes autores, o modelo PIC deve tomar cuidado com relação as altas expectativas depositadas nos docentes, pois não existe um *super professor perfeito dotado de qualidades excepcionais*. Nesta direção, Freire (2020) nos lembra que ser professor implica tomada de posição, decisão e ruptura. Assim, precisamos reconhecer que a prática docente pressupõe posicionamento político e histórico. Devemos então estar cientes de que “o intelectual é um ser que está sujeito e limitado pela sociedade, assim como todos os seres humanos” (Mariano & Lima, 2017, p. 267), ainda que este professor questione esses limites que lhe são impostos.

Assim como qualquer outro indivíduo que pertence a este mundo, o docente também é

oportunizado de todas as dores e alegrias que o processo de ser humano envolve. É justamente compreender que ele pertence ao mundo, assim como todos nós, que o posicionará em uma posição humana que lhe permite inclinações, vulnerabilidade e posicionamento político. *Pertenço à natureza, a este mundo e à ciência que ensino. Antes de ser professor, sou humano. E é por pertencer que compreendo que minha condição humana antecede a minha profissão.*

Para Freire (2011), o docente crítico reconhece seus condicionantes históricos e culturais, mas não os encara como determinantes e sim como condicionantes. E posicionado em uma situação condicionada, é então possível transgredi-la e rompê-la, tornando-se, dessa forma, o sujeito de sua própria história. Neste contexto, o docente é o sujeito do seu ser e estar no mundo. Mas compreender o nosso *ser e estar no mundo* não é pertencer? Insistimos em evidenciar o pertencimento pois é justamente esta a nossa intenção maior – que o pertencimento seja não apenas considerando, mas também explicitado nos processos de formação de professores.

Ressaltamos aqui que não temos a ingenuidade de achar que todos os professores vão necessariamente se sentir pertencidos a princípios e entidades que promovam uma sociedade democrática. Porém, ainda que um quantitativo de professores possa ter posicionamento diferente do nosso - de promoção de uma educação emancipatória - é importante que detectemos e compreendamos as dinâmicas desses docentes, pois eles também fazem parte da nossa comunidade. Tanto quanto, eles *pertencem* ao mesmo contexto educacional que nós.

Segundo Prigogine (2009), a razão pode também conduzir à alienação, a uma negação daquilo que dá valor e significado à vida. Neste sentido, e apesar de enxergarmos no pertencimento a possibilidade de promoção de princípios igualitários, o que poderíamos chamar de *pertencimento progressista*, não podemos esquecer que também pode existir o pertencimento aos princípios de manutenção do sistema. Giroux (1997) intitula esses docentes de professores intelectuais adaptados ou intelectuais hegemônicos<sup>67</sup>. E é preciso que nos atentemos a estes professores, pois seus discursos impactam o ambiente escolar. Prigogine (2009) diz caber às futuras gerações a missão de construir uma nova coerência que incorpore os valores humanos. Ainda neste contexto, Contreras (2002) nos alerta sobre essa situação que,

---

<sup>67</sup> Para Giroux (1997), o conceito de *intelectual adaptado* se refere a uma figura que se encaixa e legitima a ordem dominante e as estruturas de poder existentes na sociedade. O intelectual adaptado geralmente não busca transformar o *status quo* e pode até contribuir para a manutenção das desigualdades e injustiças sociais existentes. Já o *intelectual homogêneo*, segundo Giroux (1997), é uma figura que opera dentro de um discurso dominante e aceita as perspectivas e ideologias predominantes, sem questionar ou buscar alternativas. O intelectual homogêneo tende a reproduzir os valores e crenças da cultura dominante sem se engajar em um pensamento crítico e autônomo.

“embora os professores não tenham uma intenção moral consciente com respeito ao seu trabalho, o certo é que quase tudo o que fazem tem consequências que são morais” (p. 77).

Outra crítica ao modelo PIC vem de Saviani (2009). Este autor se preocupa com a direção que tem sido dada à intelectualidade do trabalho docente e acredita que este deve se concentrar no domínio dos conhecimentos específicos, pois este é elemento central para o exercício da profissão docente. Saviani (2009) acredita que a pedagogia crítica foca na postura dos professores no que tange às desigualdades sociais, mas acaba ignorando o domínio de conteúdo como ferramenta fundamental para que as práticas se consolidem como transformadoras. Este autor afirma que a educação revolucionária deve propiciar aos grupos dominados os mesmos elementos de conteúdo que é oferecida aos grupos dominantes, almejando uma possível igualdade social.

Ainda que tenhamos sérias críticas ao posicionamento de Saviani (2009) no que tange à importância que é dada ao domínio dos conhecimentos específicos, vemos no senso de pertencimento docente uma resposta à problemática levantada por este autor. Pois bem, se o professor se sente pertencido à ciência que ele ensina, ele a ensinará com mais engajamento. Se existe engajamento no trabalho docente quando este trabalha com os conteúdos específicos, não é necessário que se tire o foco dos conteúdos e se trabalhe somente as questões que promovam justiça social. Assim, ao ensinar seus conteúdos, tendo ciência de que pertence a este universo e que dele faz parte, o professor imprime em seu trabalho a importância de que promovamos a democracia social e científica enquanto oportuniza a seus alunos os conteúdos que lhes são importantes. Vemos, desta forma, no sentimento de pertencimento uma oportunidade de se trabalhar as questões progressistas da educação crítica com a mesma intensidade e importância que as teorias mais conservadoras dão aos conhecimentos específicos.

Reconhecendo que o sentimento de pertencimento surge “do reconhecimento que o sujeito tem de si próprio, do papel social que exerce em seu tempo e em seu espaço social” (Sartori & Menegas, 2021, p. 7), estamos cada vez mais certos de que o sentimento de pertencimento é um fator ainda anterior à autonomia no que tange a formação do perfil profissional do docente. Mais que isso, extrapolamos este contexto do sentimento de pertencimento e compreendemos o *pertencimento epistemológico* como a entidade que situa o ser humano na sociedade, na natureza e na ciência. E por isso é tão importante para o professor que ensina ciências. Um professor que possui pertencimento epistemológico é um professor empoderado pela veracidade de seu discurso e suas ações. Logo, enxergamos no pertencimento epistemológico a força motriz do docente que visa contribuir com o projeto de educação

emancipatória que acreditamos.

Professores transformadores que não possuem o pertencimento epistemológico também podem levar à emancipação, e contribuir com um projeto de uma sociedade mais justa. Eles são atores ímpares. Não discordamos disso. O que defendemos, no entanto, é que o pertencimento epistemológico adiciona mais uma camada à profissionalidade do professor que tem postura progressista. Neste contexto, Freire (2020) afirma que as transformações só serão libertadoras se forem forjadas *com*, e não *para*, os oprimidos. Assim, a pedagogia freiriana aponta que o sistema não pode ser explicado aos oprimidos; estes, por sua vez, só serão empoderados se descobrirem sua opressão por iniciativa própria e por meio do diálogo. Freire (2020) esclarece que quando os oprimidos entendem como participam do sistema que os oprime, eles encontram dentro de si a capacidade de mudar essas relações e construir uma verdadeira democracia; democracia essa que somente eles podem criar. E *entender como participam do sistema* não é justamente ter a consciência do sentimento de autopertencimento?

Freire (2020) acredita que a capacidade dos indivíduos de se libertarem dos obstáculos estruturais incorporados ao sistema educacional e entenderem sua opressão é uma capacidade inata<sup>68</sup>. Da mesma forma, os estudos sobre o senso de pertencimento também dizem que esse sentimento é uma necessidade inata do ser humano, chegando inclusive a falar que *pertencer* é uma necessidade vital. Mais uma vez, chegamos num ponto em que acreditamos que o senso de pertencimento é uma categoria anterior em importância dentro da perspectiva crítica educacional. Por outro lado, percebemos em nossas investigações que poucas vezes o senso de pertencimento é explicitado como tal, aparecendo apenas implicitamente nos discursos educacionais progressistas. O que seria essa capacidade inata que Freire evidencia se não o próprio senso de pertencimento que nos é inerente?

Há outro ponto que, no contexto de nossa discussão, nos chama a atenção na discussão de Freire (2020). Ao defender a educação libertária, a pedagogia freiriana resolve a contradição/contraposição entre aluno e professor, os tornando professores e alunos ao mesmo tempo, pois aprendem um com o outro. Neste contexto, o papel do docente é buscar capacitar seus alunos, inspirando-lhes o pensamento. Isso nos leva a pensar que a propagação do sentimento de pertencimento não é possível apenas para o docente. Ao contrário disso, seguindo a linha freiriana, os alunos também seriam capazes de fazer florescer o sentimento de

---

<sup>68</sup> A capacidade é inata ou instintiva, mas precisa ser amadurecida, provocada e direcionada para se concretizar em ação política.

pertencimento no docente. Lembremo-nos de que não há docência sem discência e que não há processo de ensino sem o de aprendizagem e vice-versa (Freire, 2011).

Desta forma, poderíamos pensar não somente trabalhar o senso de pertencimento unilateralmente nos cursos de formação de professores, mas seria também eficiente realizar ações diretas e simultâneas com os alunos, uma vez que alunos e professores poderiam se retroincentivar a compreender seu pertencimento aos lugares que ocupam. Não podemos também nos esquecer que o compromisso em ouvir/considerar/humanizar os alunos é o cerne de uma pedagogia capaz de perturbar sistemas sociais de opressão já existentes.

*Combater as desigualdades, privilegiar uma visão multicultural, favorecer a participação de todos na cultura, facilitar o contato de cada um com a natureza. Em todo caso, o que é certo, hoje, é a necessidade de uma mensagem política de religação, de solidariedade entre os homens entre si e com a natureza. (Prigogine, 2009, p.43)*

Voltemos a nossa discussão sobre o modelo PIC. Em suma, segundo Contreras (2002), para o PIC a autonomia está intimamente ligada com a emancipação e a consciência crítica. Desta forma, ele enxerga a autonomia como processo coletivo endereçado à transformação das condições institucionais e sociais do ensino. Sua obrigação moral é proporcionar o ensino de modo que dirija à emancipação individual e social, guiada pelos valores de solidariedade, justiça e satisfação. Desta forma, fica claro o compromisso do PIC com a comunidade: lutar em defesa de valores para o bem comum e participar em movimentos sociais pela democratização dos direitos (Contreras, 2002).

Tendo toda essa compreensão do objetivo do PIC, precisamos nos atentar que sem um entendimento mais profundo de como os diferentes fatores se interpolam para criar um senso de comunidade, estratégias que visam promover fatores individuais provavelmente não terão sucesso na criação de uma comunidade sustentável. Compreender como diferentes fatores trabalham juntos ou uns contra os outros pode ajudar as comunidades a elaborarem estratégias para reter seus colaboradores (Trinkenreich *et al.*, 2023).

Neste contexto, Lima e Fizz (2018) afirmam que para que o desejo de permanecer do docente não rompa, “é necessário que se acredite na educação como caminho de possibilidades e oportunidades para a constituição de nossos estudantes como cidadãos críticos e reflexivos, respeitando a si e ao próximo” (p. 82). Os autores lembram que ainda que existem os desprazeres causados pelos recorrentes problemas educacionais, os professores acabam não desistindo da profissão por considerarem gratificante o seu labor. Mesmo nessas condições, os

docentes ainda sentem satisfação em realizar seu trabalho.

No entanto, Lander (2000) afirma que os professores continuam despreparados para ensinar para o pertencimento, e que os discursos de não pertencimento continuam prevalecendo nas escolas. Vemos nessa situação uma grave problemática. Isso porque sem a incorporação do senso de pertencimento no perfil profissional do PIC, dificilmente este professor alcança sua missão de situar seu aluno no mundo e dar vida a uma pedagogia que empodere a si e a sua comunidade escolar, valorizando a cultura que os constituem como sujeitos e como comunidade. Dito de outra forma, ainda que tenhamos ciência de que isso não faz parte de sua profissionalidade<sup>69</sup>, estamos argumentando que seria enriquecedor ao PIC incorporar e promover o pertencimento epistemológico no ambiente escolar. Dado este contexto, nos é claro que são necessárias novas e maior quantidade de pesquisas que versem sobre o senso de pertencimento docente, nos espaços escolares que pretendem uma educação libertadora, e nas políticas públicas que organizam esses espaços.

## **5 SÍNTESE DA PRESENÇA DA CATEGORIA PERTENCIMENTO NOS MODELOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES SINTETIZADOS POR CONTRERAS**

No quadro 01 estão sistematizadas as dimensões da profissionalidade do professor (*obrigação moral, compromisso com a comunidade e competência profissional*) e a *concepção da autonomia profissional* dos três modelos de perfil de professores sintetizados por Contreras (2002). Fizemos essa escolha porque são estas quatro categorias que são utilizadas por Contreras (2002) para sistematizar os modelos PET, PR e PIC. Com isso, além de estarmos utilizando categorias já validadas na literatura, temos também um material teórico bem fundamentado para comparar nossos resultados. Para além disso, resumimos também a *concepção do pertencimento* para estes três distintos modelos de professores. E aqui está a nossa real contribuição, uma vez que esta categoria é uma proposição nossa, até então não explorada na literatura do campo educacional que versa sobre a formação de professores.

---

<sup>69</sup> Como explicitamos anteriormente, nesta investigação fizemos problematizações e utilizamos deste recurso literário de dialogar com os modelos como se eles fossem factíveis de mudanças apenas para que pudéssemos atingir camadas de maior profundidade. Entendemos, no entanto, que suas respectivas características profissionais não serão alteradas nem mesmo devido a pertinência de nossas discussões.

Quadro 01. Dimensões da profissionalidade do professor, Concepção de autonomia e de Pertencimento dos três modelos formativos de professores.

Categoria analisada	Modelos de professores		
	Especialista técnico (PET)	Profissional reflexivo (PR)	Intelectual crítico (PIC)
<i>Concepção do Pertencimento</i>	Pertencimento positivista. O pertencimento não é uma questão para este professor. Professor tem a missão de alcançar metas, mas não as questiona. Desta forma, o trabalho instrumental desconsidera a subjetividade do docente. Este professor a nenhum projeto progressista pertence.	Pertencimento construtivista. Professor isolado em seu ambiente escolar. Pouca preocupação com o pertencimento pois o foco total na autonomia em sala de aula. Apatia ao contexto fora da sala de aula. A falta de pertencimento às pautas progressistas faz de sua prática despolitizada.	Pertencimento progressista. O pertencimento move este professor a se engajar num projeto de educação transformadora. Professor com senso de pertencimento ao contexto escolar. Pertencimento não é explicitado em sua construção teórica. Falta de destaque ao pertencimento nos discursos da pedagogia crítica.
<i>Concepção da autonomia profissional</i>	Autonomia como status. Autoridade unilateral do especialista. Não ingerência. Autonomia ilusória: dependência de diretrizes técnicas, insensibilidade para os dilemas, incapacidade de resposta criativa diante da incerteza.	Autonomia como responsabilidade moral individual. Equilíbrio entre a independência de juízo e a responsabilidade social. Capacidade para resolver criativamente as situações problema.	Autonomia como emancipação. Consciência crítica. Autonomia como processo coletivo dirigido à transformação das condições institucionais e sociais do ensino.
<i>Obrigação moral</i>	Rejeição de problemas normativos. Os fins e valores passam a ser resultados estáveis e bem definidos, os quais se espera alcançar.	O ensino deve guiar-se pelos valores educativos pessoalmente assumidos.	Ensino dirigido à emancipação individual e social, guiada pelos valores de racionalidade, justiça e satisfação.
<i>Compromisso com a comunidade</i>	Despolitização da prática. Aceitação das metas do sistema e preocupação pela eficácia e eficiência em seu êxito.	Negociação e equilíbrio entre os diferentes interesses sociais, interpretando seu valor e mediando política e prática entre eles.	Defesa de valores para o bem comum. Participação em movimentos sociais pela democratização.
<i>Competência profissional</i>	Domínio técnico dos métodos para alcançar os resultados previstos.	Pesquisa/reflexão sobre a prática. Deliberação na incerteza acerca da forma moral ou educativamente correta de agir em cada caso.	Autorreflexão sobre as distorções ideológicas e os condicionantes institucionais. Participação na ação política transformadora.

Fonte: Adaptado de Contreras (2012, p.211).

Em linhas gerais, ao passo que o modelo PET ignora a subjetividade e o pertencimento docente, e que o modelo PR ancorado pela alegoria de autonomia ilusória refaz o mesmo movimento, acreditamos que, dentre os três modelos evidenciados por Contreras (2002), o PIC é o que mais traz consigo o senso de pertencimento no que tange ao fazer docente. Em contrapartida, evidenciamos que isto ainda não nos é satisfatório, pois a presença do senso de pertencimento nos discursos que ancoram o modelo PIC acontece ainda de maneira muito superficial e pouco explícita.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta investigação, analisamos a categoria epistemológica *pertencimento* nos modelos de formação de professores sintetizados por Contreras. Localizamos, examinamos e problematizamos a presença, ou ausência, dessa categoria nos três modelos formativos mais difundidos na pesquisa educacional. No primeiro modelo, o modelo PET, o pertencimento do docente ao contexto que o abriga não é uma questão relevante. Ao prezar pelo domínio técnico para alcançar os resultados previstos, o PET se encontra numa posição de não pertencimento ao mundo que o envolve. E se o PET tampouco questiona a ciência que ele ensina, se ela é tomada como divindade a ser respeitada, sendo ele um mero observador da mesma, então o PET também *despertence* à ciência que ele mesmo ensina. O modelo PET reafirma-se no tecnicismo, roubando a subjetividade do professor.

Assumimos que anular o sentimento de pertencimento do PET é um caminho perigoso. Além do sentimento de pertencimento ser uma necessidade básica ao ser humano, ele direciona o indivíduo a se sentir verdadeiramente parte integrante de um sistema maior. Por outro lado, visualizamos no sentimento de pertencimento uma forte ferramenta para que o professor, imerso no modelo PET, questione a sua posição como professor, com a responsabilidade de ensinar ciências. Mas sabemos também que não há interesse em empoderar o docente com o sentimento de pertencimento uma vez que esse sentimento pode direcionar os docentes a criticar os contextos em que estão inseridos, o que ensinam e para quem ensinam. E o que resta, senão desesperança, para o futuro deste professor que não pertence?

Quanto ao modelo PR, sua postura demonstra uma preocupação exacerbada com o seu desenvolvimento profissional e com a sua autonomia nos limites da sala de aula. Ao mesmo tempo, releva a falta de pertencimento do PR à sua comunidade, à ciência e a este mundo. Podemos desta forma tecer discussões sobre o modelo PR e o pertencimento muito parecidas

as que fizemos sobre o pertencimento e o modelo PET, uma vez que ambos os modelos experimentam uma autonomia ilusória.

Acreditamos que essa pseudoautonomia aliada à falta de sentido de pertencimento faz do PR um sujeito a serviço da manutenção do sistema. Acreditamos que a sede de autonomia que o PR tem se articulada ao sentimento de pertencimento poderia trazer empoderamento ao docente, fazendo com que a sua prática realmente tenha posicionamento político. Com isso, é urgente que esse professor incorpore traços de pertencimento ao seu ofício; se conscientizasse de sua posição humana no mundo, de sua posição profissional para a sociedade e se empoderasse disso poderia realmente visar à justiça social.

No que tange ao modelo PIC, compreendemos que estes professores estabelecem suas reflexões críticas ancoradas pelo sentimento de pertencimento, mesmo que não se deem conta disso, sendo este o fio que norteia a sua prática intelectual. Compreendemos também que se essa postura crítica do PIC for imposta sem considerar o contexto do pertencimento, ainda não teremos elementos suficientes para alcançar o projeto educacional emancipatório que almejamos.

Por outro lado, o que visualizamos em nossos estudos é que o sentimento de pertencimento está presente apenas de maneira implícita nos discursos da pedagogia crítica. Sendo justamente o sentimento de pertencimento o que dá o tom da criticidade ao trabalho docente, acreditamos que a sua presença na análise crítica deve ser mais explícita.

Compreendemos o sentimento de pertencimento como o elemento que situa o ser humano nessa sociedade, na natureza e na ciência. Desta forma, enxergamos no sentimento de pertencimento a força motriz do docente que visa contribuir com o projeto de educação emancipatória em que acreditamos. Sem pertencimento, não vemos um caminho sólido para que a pedagogia crítica realmente se fixe no meio educacional. Sem pertencimento, nem mesmo o PIC consegue imprimir autenticidade em seu discurso e em seu fazer didático. E é por isso que insistimos que o sentido de pertencimento esteja explicitado no contexto do modelo PIC, pois, em nossa compreensão, a missão do PIC é exatamente essa - a promoção do pertencimento no ambiente escolar.

Em suma, ao passo que o modelo PET ignora a subjetividade e o pertencimento docente, e o modelo PR faz o mesmo movimento, acreditamos que, dentre os três modelos evidenciados por Contreras (2002), o PIC é o que mais traz consigo o sentido de pertencimento no ofício de professor. Em contrapartida, evidenciamos que isso ainda não nos é satisfatório, pois a presença do sentido de pertencimento nos discursos que ancoram o modelo PIC acontece ainda de maneira

muito superficial e implícita.

Por fim, acreditamos ter atingido nosso objetivo de enriquecer a discussão teórica no campo educacional ao apontar o que a categoria epistemológica pertencimento nos revelou de novo sobre os modelos formativos sintetizados por Contreras. Também parece apontar demandas de novas pesquisas. De maneira mais ampla, esperamos que, por meio desta análise teórica aprofundada, tenhamos conseguido contribuir para a ampliação do conhecimento sobre os modelos de formação de professores, fomentando, conseqüentemente, o aprimoramento contínuo da formação docente, em busca de uma educação verdadeiramente transformadora.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, K. A.; BOWLES, T. Belonging as a guiding principle in the education of adolescents. **Australian Journal of Educational and Developmental Psychology**, v. 12, p. 108–119, 2012.

BAUMEISTER, R. F.; LEARY, M. R. The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. **Psychological Bulletin**, v. 117, n. 3, p. 497–529, 1995.

CHAMON, E. M. Q. D. O. Um modelo de formação e sua aplicação em educação continuada. **Educação em Revista**, n. 44, p. 89–109, dez. 2006.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002.

COSTA, M.; CUNHA, L.; GHEDIN, E. **As estruturas dissipativas: possíveis contribuições para o ensino de ciências a partir do pensamento de Ilya Prigogine**. . Em: VII ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS. Florianópolis, SC, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/1101.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2020

ELÍAS, C. G.; CARRANZA, G. R. Epistemología crítica - Ponencia central del evento. **Itinerario Educativo**, v. 26, n. 59, p. 15–29, 1 jun. 2012.

FONTANA, B. F.; BITTENCOURT, R. L. D. A escolha/preferência do campo de atuação profissional do/a pedagogo/a na perspectiva dos formandos do curso de pedagogia. **Revista Saberes Pedagógicos**, v. 2, p. 25, 1 jun. 2017.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 43a edição ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 78. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2020.

FREIRE, P.; MACEDO, D. P. **Alfabetização: leitura do mundo, leitura da palavra**. 5a edição ed. São Paulo: Paz e Terra, 2015.

GHEDIN, E. Professor reflexivo: da alienação da técnica à autonomia da crítica. Em: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Eds.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 7a edição ed. São Paulo, SP: Cortez Editora, 2019. p. 129–150.

GIROUX, H. A. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

JAPIASSU, H. **Introdução ao pensamento epistemológico**. 5. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1988.

KACHCHHAP, S. L.; HORO, W. Factors Influencing School Teachers' Sense of Belonging: An Empirical Evidence. **International Journal of Instruction**, v. 14, n. 4, p. 775–790, 1 out. 2021.

LANDER, E. (ED.). **La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales: perspectivas latinoamericanas**. 1. ed ed. Buenos Aires : [Caracas, Venezuela]: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales-CLACSO ; UNESCO, Unidad Regional de Ciencias Sociales y Humanas para América Latina y el Caribe, 2000.

LIMA, M. S.; FIZZ, D. L. Permanência, pertencimento e desejo de docência: efeitos de sentidos de ser professor. **Revista Conexão Letras**, v. 13, n. 19, 20 jul. 2018.

MARIANO, A. L. S.; LIMA, E. F. A dimensão intelectual do trabalho docente e o lugar do conhecimento escolar: do intelectual transformador à pedagogia histórico-crítica. v. 09, n. 18, 2017.

MARUANI, J. Obituary: Ilya Prigogine (1917-2003): Obituary. **International Journal of Quantum Chemistry**, v. 99, n. 4, p. 183–184, 15 set. 2004.

MCLAREN, P. Paulo Freire's Pedagogy of Possibility. Em: STEINER, S. S. *et al.* (Eds.). **Freireian Pedagogy, Praxis, and Possibilities: Projects for the New Millennium**. 1st ed ed. New York: Farmer Press, 2004.

MELLOUKI, M.; GAUTHIER, C. O professor e seu mandato de mediador, herdeiro, intérprete e crítico. **Educação & Sociedade**, v. 25, n. 87, p. 537–571, ago. 2004.

MENEGHETTI, F. K. O que é um ensaio-teórico? **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 2, p. 320–332, abr. 2011.

OBRIST, H. U. Science and Art: A Conversation with Ilya Prigogine. **Review (Fernand Braudel Center)**, v. 28, n. 2, p. 115–128, 2005.

OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. R. P. C. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. **A formação do professor como intelectual transformador e os fios que a compõem: uma análise a partir da formação inicial de uma professora de Química**, v. 16, n. 2, p. 339–360, 2016.

ORTIZ, G. S.; DENARDIN, L.; SAVINETO, P. Sistemas Apostilados de Ensino e a autonomia ilusória: reflexões à luz de José Contreras. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 102, n. 262, 26 nov. 2021.

PESONEN, H. **Sense of belonging for students with intensive special education needs: An exploration of students' belonging and teachers' role in implementing support**. Tese de Doutorado—Finlândia: University of Helsinki, Faculty of Behavioural Sciences, 2016.

PIMENTA, S. G. **Pedagogia E Pedagogos. Caminhos E Perspectivas**. 2ª ed. São Paulo (SP): Editora Cortez, 2006.

PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (EDS.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 7a edição ed. São Paulo, SP: Cortez Editora, 2019.

PRIGOGINE, I. Folha de São Paulo. **Carta para as futuras gerações**, 30 jan. 2000. <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/mais/fs3001200004.htm>>

PRIGOGINE, I. **Do ser ao devir - Coleção Nome de Deuses**. 1. ed. São Paulo: Unesp, 2002.

PRIGOGINE, I. **Ciência, Razão e Paixão**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A Nova aliança: a metamorfose da ciencia**. Brasília: Universidade de Brasília, 1991.

QUEIRÓS, W. P. **A articulação das culturas humanística e científica por meio do estudo histórico-sociocultural dos trabalhos de James Prescott Joule: contribuições para a formação de professores universitários em uma perspectiva transformadora**. Tese de Doutorado—Bauru - São Paulo: Universidade Estadual Paulista - UNESP, 2012.

RICE, S. A. Ilya Prigogine. **Physics Today**, v. 57, n. 4, p. 102–103, abr. 2004.

SACRISTÁN, G. J. Tendências investigativas na formação de professores. Em: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Eds.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 7a edição ed. São Paulo, SP: Cortez Editora, 2019.

SARTORI, J.; MENEGAS, R. **EDUCA – Revista Multidisciplinar em Educação. O (des)pertencimento do sentido pedagógico**, v. 08, p. 1–16, 2021.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 41. ed., rev ed. Campinas, SP: Ed. Autores Associados, 2009.

SCHÖN, D. A. **The reflective practitioner: how professionals think in action**. New York: Basic Books, 1983.

SEVERO, T. E. A.; SOUSA, J. M. **Educação em Ciências & Pensamento Complexo**. 1. ed. Natal: SEDIS-UFRN, 2020.

SPIRE, A. **O Pensamento Prigogine**. 1. ed ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2000.

ST-AMAND, J.; GIRARD, S.; SMITH, J. Sense of Belonging at School: Defining Attributes, Determinants, and Sustaining Strategies. **IAFOR Journal of Education**, v. 5, n. 2, 1 set. 2017.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petropolis: Editora Vozes, 2014.

TESSER, G. J. Principais linhas epistemológicas contemporâneas. **Educar**, n. 10, p. 91–98, 1995.

TRINKENREICH, B.; STOL, K. J.; SARMA, A. GERMAN, D. M., GEROSA, M. A.,

STEINMACHER, I. Do I Belong? Modeling Sense of Virtual Community Among Linux Kernel Contributors. International Conference on Software Engineering, arXiv:2301.06437v3 [cs.SE], 2023.

VASQUES, A. L. P.; SARTI, F. M. Entre a forma escolar e a forma universitária na formação docente: o caso do plano nacional de formação dos professores da educação básica. **Revista Brasileira de Educação**, v. 27, p. e270082, 2022.

ZEICHNER, K. M. Uma análise crítica sobre a “reflexão” como conceito estruturante na formação docente. **Educação & Sociedade**, v. 29, n. 103, p. 535–554, ago. 2008.

[Fim da apresentação dos artigos.]

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE

Neste texto de encerramento, revisitaremos as principais conclusões obtidas em cada um dos setes artigos que compõem esta tese doutoral, destacando o fio condutor que os conectam e os fazem contar uma história. Além disso, apontaremos os principais resultados que se configuram como verdadeiras contribuições para a área de Educação em Ciências. Percorrido este caminho, apresentaremos uma conclusão geral para esta tese doutoral.

No primeiro artigo, *Possíveis contribuições de Ilya Prigogine para a consolidação de uma filosofia propriamente química* (1), analisamos como as ideias do químico Ilya Prigogine têm sido apresentadas nos textos filosóficos da Química e exploramos possíveis contribuições do seu pensamento epistemológico para o entendimento da estrutura do conhecimento da ciência química. Constatamos que a principal contribuição de Prigogine para a filosofia da química é o seu potencial de reinterpretação de temáticas já discutidas – mas que precisam ser revisitadas – por meio de uma nova leitura de mundo, chamada por Prigogine de *Nova Aliança*. Por outro lado, observamos que a obra prigoginiana, apesar de sua relevância e pertinência, não tem sido efetivamente utilizada nos trabalhos que versam sobre filosofia da química.

Após a finalização do artigo (1), percebemos que estávamos nos enveredando por um caminho estritamente filosófico, praticamente com nenhum destaque para o contexto de educação em Química. Tivemos também o entendimento de que meu trabalho deveria abordar a educação em ciências como um todo, oportunizando que as diferentes frentes pudessem utilizá-lo como subsídio teórico em suas respectivas discussões. Decidimos mudar de direção. Porém, o primeiro artigo faz parte da história da tese e foi ele que oportunizou que encontrássemos o problema de pesquisa que decidimos atacar. Não apresentar este artigo na versão final desta tese pareceria uma espécie de *antitestemunho*, pois estaríamos ocultando uma flutuação muito importante no caminho desta investigação. Essa foi a flutuação primeira que nos permitiu seguir todos os caminhos bifurcantes que tomamos e que discutimos em sequência.

No artigo (2), *Prazer, Prigogine!*, apresentamos Ilya Prigogine e exploramos a coluna vertebral do constructo teórico prigoginiano por meio de reflexões acerca da sua pertinência e utilização. Objetivamos que este trabalho possa servir como suporte bibliográfico para pesquisadores que utilizem o referencial prigoginiano em suas pesquisas ou mesmo para instigar que novos investigadores conheçam as ideias de Prigogine e se encorajem a utilizá-las em suas investigações. Esperamos também que este trabalho contribua com a divulgação científica da obra de Prigogine, oportunizando uma compreensão epistemológica diferente da

tradicional.

A presença do artigo (2) se justifica pela necessidade de assimilação dos pressupostos teóricos de Prigogine para a compreensão assertiva de sua utilização no desenvolvimento desta tese. Mais que isso, por acreditarmos que cada pesquisador tem uma construção sociohistórica e que esta influencia o seu fazer científico, vimos a necessidade de apresentar a biografia de Prigogine para que o leitor conseguisse compreender o porquê sua pesquisa seguiu os caminhos que sumariamos. Finalizando este artigo, percebemos que ele não respondia uma pergunta muito importante sobre a obra prigoginiana. Não sabíamos qual a era a perspectiva epistemológica de Prigogine e nenhum trabalho na literatura havia elaborado uma resposta para essa questão. Foi assim que emergiu o artigo (3).

O artigo (3), *Os pressupostos teóricos de Ilya Prigogine e a epistemologia crítica – um diálogo de convergências?*, nasce da necessidade de sabermos se Prigogine é um autor que traz em sua obra reflexões com vertentes progressistas, que propiciem a emancipação do sujeito. Amparados por nossa hipótese inicial, analisamos, comparamos e conectamos as perspectivas da epistemologia crítica com as proposições teóricas de Ilya Prigogine, buscando encontrar entre elas semelhanças ou mesmo diferenças.

Subsidiados pelas discussões desenvolvidas no artigo (3), conseguimos constatar que existem intensas convergências entre a epistemologia crítica e a obra de Prigogine. Com isso, conseguimos confirmar que o entrelaçamento entre Prigogine e a epistemologia crítica é forte o suficiente para posicioná-lo como epistemólogo com vertente crítica. Esta investigação mostrou sua importância ao construir um arcabouço teórico que pode valer-se para justificar a utilização das ideias prigoginianas, com mais propriedade e veracidade, em trabalhos de orientação epistemológica progressista. Tratando-se de uma pesquisa exploratória, o artigo (3) também abre espaço para que novas pesquisas sobre o posicionamento epistemológico de Prigogine sejam desenvolvidas.

O artigo (3) é um pilar essencial desta tese, pois a perspectiva dos pesquisadores, a concepção de pertencimento e de Educação aqui adotadas precisavam dialogar não só entre si, mas também, e talvez principalmente, com o posicionamento epistemológico prigoginiano, principal referencial teórico desta investigação. Cientes de nossa responsabilidade como educadores, não poderíamos correr o risco de adotar um referencial teórico que contradissesse nossos valores enquanto sujeitos críticos que acreditam no processo de emancipação do ser humano.

Certos do compromisso social de Prigogine, precisávamos agora compreender como

esse referencial teórico se relacionava e se fazia presente na pesquisas em Educação em Ciências. E foi por isso que demos vida ao artigo (4), *Análises e reflexões sobre a presença do referencial epistemológico prigoginiano nas teses e dissertações da área de Educação em Ciências*. Nesta investigação, localizamos e analisamos a utilização do referencial prigoginiano em trabalhos de conclusão de cursos *stricto sensu* (teses e dissertações) que apresentavam o pensamento-Prigogine como objeto de estudo ou como referencial teórico no campo da Educação em Ciências.

Por meio das análises realizadas neste artigo, percebemos que, apesar da sua relevância, o referencial prigoginiano é pouco ou quase nada utilizado no campo de Educação em Ciências. Em contrapartida, argumentamos o quão inovador, necessário e desafiador é a construção de trabalhos no campo educacional que tenham Prigogine como referencial teórico. Com isso, este artigo ganha destaque por contribuir para o estabelecimento de referencial teórico o prigoginiano no contexto da Educação em Ciências.

Justifica-se a presença deste artigo (4) por ter descortinado a utilização de um referencial pertinente, mas que é pouco explorado no domínio da Educação em Ciências, conferindo, assim, maior relevância à tese. Este artigo foi fulcral para o encontro, direcionamento e delimitação do meu problema de pesquisa. Foi por meio da análise desses dados que descobrimos, por exemplo, que até o presente momento não há nenhum trabalho de conclusão de curso *stricto sensu* publicado pelos programas de pós-graduação de Educação em Ciências que traga explicitamente Prigogine como principal referencial teórico. O que confere certo grau de ineditismo e inovação à nossa investigação.

Talvez o resultado mais importante deste artigo tenha sido a percepção de que é comum a toda a obra de Prigogine o questionamento do *pertencer* do ser humano no mundo e de que esta talvez seja a preocupação mais humanística da sua obra. Este foi para nós um momento de epifania. Decidimos que a categoria pertencimento seria a categoria que analisaríamos em nossos artigos subsequentes. Contudo, como esse pertencimento se relaciona com a Educação em Ciências? O que já temos na literatura sobre este assunto? Era então preciso escrever o artigo (5).

No artigo (5), *O pertencimento do docente à ciência que ele ensina – uma análise a partir da perspectiva epistemológica prigoginiana*, problematizamos e tecemos discussões acerca dos possíveis entrelaçamentos entre o pertencimento, o docente e a ciência à luz do constructo teórico prigoginiano. Para isso, refletimos sobre o sentimento de pertencimento e a sua presença (ou até mesmo sua ausência) no professor que ensina ciências e buscamos

possíveis correlações que nos ajudassem a compreender a influência que o *pertencer* tem no fazer docente.

Do artigo (5) tivemos as seguintes conclusões: I. o sentimento de pertencimento, peça fundamental para uma educação emancipatória, inquieta educandos e educadores a buscarem transformar seus espaços, conscientizando o indivíduo da comunidade escolar de seu lugar no mundo; II. o pertencimento, na perspectiva prigoginiana, é evidenciado pelo frutífero diálogo que reintegra o homem ao universo que ele observa (a *Nova Aliança*); III. a percepção que o docente tem da ciência que ele testemunha é um dos fatores que moldam a postura profissional deste docente; IV. existe a necessidade de que os programas de formação docente reflitam sobre o sentimento de pertencimento do professor à ciência que ele ensina.

Destacamos a importância do artigo (5), pois não encontramos na literatura, até o presente momento, nenhum outro trabalho que problematizasse o pertencimento do docente enquanto categoria epistemológica. Além disso, no percurso de construção deste artigo, tivemos a clareza que deveríamos utilizar o termo *pertencimento epistemológico*. Este termo representa a categoria advinda de nossos debruçamentos no pensamento-Prigogine e das análises feitas no artigo (4). Encontramos dois artigos na literatura que utilizam esse termo, mas nenhum com o grau de profundidade que executamos. Aqui se evidencia outra contribuição de nossa investigação.

O artigo (5) também subsidiou teoricamente a proposta central de discussão desta tese, conectando o pensamento-Prigogine ao pertencimento e à percepção de ciência do docente de ciências. E foi a partir das discussões que apresentamos neste artigo que tivemos subsídios teóricos suficientes para problematizar o nosso objeto de estudo tomando o pertencimento epistemológico como uma categoria de análise. Essa ação foi executada no artigo (6).

No artigo (6), *A Compreensão do pertencimento epistemológico nos modelos formativos de professores sintetizados por Contreras*, analisamos a categoria pertencimento epistemológico nos modelos de formação de professores sintetizados por Contreras e localizamos, examinamos e problematizamos a presença e/ou ausência dessa categoria nos três modelos formativos mais difundidos no meio educacional. Em suma, concluímos que o modelo de professor especialista técnico (PET) ignora a subjetividade e o pertencimento docente e o modelo de professor reflexivo (PR), ancorado pela alegoria de autonomia ilusória, considera a subjetividade docente, porém a limita a uma reflexão da prática. Constatamos também que, dentre os três modelos evidenciados por Contreras, o modelo de professor intelectual crítico (PIC) é o que mais traz consigo o senso de pertencimento no que tange a profissionalidade

docente. Em contrapartida, evidenciamos que isso ainda não nos é satisfatório, pois a presença do sentimento de pertencimento nos discursos que ancoram o modelo PIC acontece ainda de maneira muito rasa e pouco explícita.

A discussão deste trabalho se apresenta como uma contribuição original para o campo de Educação em Ciências ao entrelaçar uma categoria advinda do referencial epistemológico prigoginiano – o pertencimento à ciência - com uma importante teoria do campo da formação de professores – os modelos de formação docente segundo Contreras. Além disso, ressaltamos a importância deste ensaio teórico, pois não encontramos na literatura nenhum outro trabalho que problematizasse o pertencimento do docente enquanto categoria epistemológica nos modelos formativos de professores.

Considerando toda essa jornada por nós percorrida, acreditamos ter evidenciado nossa tese de *que a categoria pertencimento à ciência, advinda do constructo epistemológico prigoginiano, deve ser considerada nas proposições feitas no campo da formação de professores da área de Educação em Ciências, pois a sua existência interfere diretamente no perfil profissional tomado pelo professor em seu fazer docente.*

Indo nesta mesma direção, também acreditamos ter contemplado nosso objetivo geral de *refletir sobre a importância da categoria pertencimento à ciência, numa perspectiva majoritariamente epistemológica, na formação profissional do docente, contribuindo, desta forma, com os processos de formação de professores ao considerar esta categoria durante a análise dos perfis profissionais adotados pelos professores da área de Educação em Ciências.*

É preciso também destacar que esta tese ainda trouxe como pano de fundo o objetivo de explorar, evidenciar e destrinchar todo potencial que o pensamento-Prigogine possui como referencial teórico para as discussões epistemológicas que se sucedem na área de Educação em Ciências. Em outras palavras, nos empenhamos para fazer um trabalho de divulgação científica da epistemologia prigoginiana.

Sabemos que as discussões aqui iniciadas, aqui não se encerram. Mas a intenção foi justamente essa. Inquietar. Desestabilizar. Metamorfosear. Mostrar a possibilidade de um *novo*. Ser uma possível flutuação para outras pesquisas e autores.

Continuamos. Continuemos.

## 6 PERSPECTIVAS FUTURAS

Esta pesquisa é o começo de um diálogo profundo e complexo. Logo, já esperávamos que sua construção trouxesse mais questões do que respostas. Tratando-se de uma pesquisa exploratória, prevíamos que diversos caminhos bifurcantes surgiriam. Por isso, nesta seção apresentaremos um esquema de perspectivas futuras para a continuação de nossa pesquisa ou mesmo para inspirar futuras investigações de outros autores. Apresentaremos nossas ideias em tópicos, a fim de sermos os mais objetivos e práticos possível.

- Aprofundar as investigações sobre as contribuições do referencial prigoginiano para a consolidação de uma filosofia propriamente Química direcionando esses resultados para a discussão de problemáticas próprias do Ensino de Química.
- Mapear e compreender a utilização da obra prigoginiana nos diferentes campos das ciências sociais, buscando correlações e inspirações para possíveis aplicações na área da Educação em Ciências.
- Colocar o pensamento-Prigogine em contraste com diferentes perspectivas epistemológicas, principalmente educacionais, a fim de propiciar novos diálogos que contribuam para consolidação de uma Educação em Ciências, humana e eficaz.
- Compreender a frequência e a forma da utilização do referencial prigoginiano em periódicos da área da Educação em Ciências, buscando complementar e ratificar os dados apresentados nesta tese.
- Problematizar o pertencimento epistemológico em diferentes atores da comunidade escolar, para além do docente, e comparar com os resultados obtidos nesta tese.
- Investigar diferentes objetos da área da Educação em Ciências por meio da categoria pertencimento epistemológico, tendo como referencial a obra prigoginiana como referencial teórico, e comparar os resultados com os obtidos nesta tese.
- Realizar pesquisas de campo com o intuito de validar (ou não), em níveis práticos, a existência do professor pertencido e a pertinência do modelo de professor pertencido.
- Desenvolver e avaliar estratégias de ensino científico que se baseiem nas ideias de Prigogine, com o objetivo de melhorar os processos de ensino/aprendizagem na área da Educação em Ciências.
- Investigar se a adoção do referencial prigoginiano junto com a categoria pertencimento epistemológico contribui para uma cidadania científica mais informada e participativa por parte da comunidade escolar.

## APÊNDICE

Sousa, T. W. A.; Pires, D. X., Queirós, W. P. Prigogine e a Filosofia da Química – um diálogo importante para o ensino de Química. In: *Simpósio Brasileiro de Ensino de Química – SIMBEQUI*, 18, online, 2021. Anais do 18º SIMBEQUI, 2021. Disponível em: <https://www.abq.org.br/simpequi/2021/trabalhos/90/23915-18442.html>. Acesso em: 24 de novembro de 2021.

Link para acesso ao vídeo da apresentação do trabalho  
<https://www.youtube.com/watch?v=ydrZjOjQY-Q>.

Este trabalho foi selecionado para apresentação oral no 18º SIMBEQUI.

### PRIGOGINE E A FILOSOFIA DA QUÍMICA – UM DIÁLOGO IMPORTANTE PARA O ENSINO DE QUÍMICA

#### *PRIGOGINE AND THE PHILOSOPHY OF CHEMISTRY - AN IMPORTANT DIALOGUE FOR TEACHING CHEMISTRY*

#### RESUMO

Em meio a necessidade de autores que contribuam efetivamente para a consolidação de uma filosofia propriamente Química, ganha destaque Ilya Prigogine - químico que estudou a termodinâmica, mas que também desenvolveu elaboradas discussões filosóficas a partir de sua pesquisa. Seria Prigogine um nome promissor para o enriquecimento da discussão filosófica da Química? Através desta investigação, constatou-se que as proposições de Prigogine têm pertinência para enriquecer, propor e substanciar discussões do mundo filosófico químico. Esta pesquisa abre espaço para novas perspectivas, indicando a utilização do referencial prigoginiano em investigações que versem sobre a consolidação da Filosofia da Química, corroborando, direta e indiretamente, para o desenvolvimento do campo de ensino de Química. **Palavras-chave:** educação Química, referencial prigoginiano, epistemologia Química.

#### ABSTRACT

In the midst of the emergence of a proper chemical philosophy, there is a need for authors to contribute effectively to the consolidation of this field. In this sense, Ilya Prigogine - a chemist who studied thermodynamics, but who also developed elaborate philosophical discussions based on his research - seems to be a promising name for enriching the philosophical discussion of chemistry. Through this investigation, it was seen that Prigogine's propositions about the aspects of knowledge construction, the problematization of concepts, the characteristics of scientific progress and the importance of history for the construction of knowledge can enrich and substantiate the discussions not only for the philosophical world, but also for the Teaching of Chemistry. This research opens space for new perspectives, indicating the use of the prigoginian reference in investigations that deal with the consolidation of the philosophy of chemistry and the teaching of chemistry.

**Key words:** epistemology of chemistry, prigoginian work, reductionism, new alliance.

## INTRODUÇÃO

Para que se defina uma completa e autêntica imagem filosófica do que seja Ciência, é necessário que todas as ciências tenham sido singularmente discutidas e analisadas. Assim, a Química, com suas particularidades filosoficamente relevantes que não são encontradas nas outras ciências, pleiteia atenção nos debates da filosofia da ciência. É preciso que a singularidade da Química seja assimilada pela comunidade científica, e cada vez mais parece haver consenso no meio acadêmico de que a Química não só merece, como precisa de seu lugar no mundo filosófico (RIBEIRO, 2014).

Partindo do pressuposto que a filosofia da Física, da biologia e da matemática se apresentam como subáreas já consolidadas da filosofia da ciência, é comum o questionamento do porquê que o mesmo não ocorre para o estabelecimento de uma Filosofia da Química (KAVALEK *et al.*, 2015). Para Bhushan e Rosenfeld (2000), afirmar que não existam questões filosóficas pertinentes na Química já não é mais possível, isso porque a Química se mostra como uma ciência criativa, indutiva, prática, histórica, relacional, diagramática, classificatória, podendo, inclusive, ser o próprio modelo de tecnociência e de ciência interdisciplinar.

No que cerne ao campo educacional, a contribuição da Filosofia da Química para o ensino de Química ainda é um campo pouco explorado, ainda que seja muito relevante (RIBEIRO, 2014). Neste sentido, Chamizo (2019) afirma que “a Filosofia da Química tem uma trajetória muito curta, e mais curta ainda é a incorporação do seu ensino nos currículos escolares”. Por outro lado, Erduran e Mugaloglu (2014) acreditam que é por meio das interações recíprocas entre considerações filosóficas e educacionais da Química que a coerência teórica e empírica entre esses campos será estabelecida.

Desta forma, o diálogo entre a Filosofia da Química e do ensino de Química se mostra promissor e necessário, pois a compreensão da natureza da Química pode contribuir para a pesquisa e prática da educação Química. Erduran e Mugaloglu (2013) inclusive apontam o potencial da Filosofia da Química como o caminho necessário para melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem da Química.

Bejarano *et al.* (2018) cita, por exemplo, que o debate das temáticas próprias da filosofia corroboraria para o desenvolvimento de uma concepção epistemológica mais apropriada nos cursos de formação de professores. Já Erduran e Mugaloglu (2013) apostam que o tratamento de perspectivas filosóficas na educação Química pode influenciar duas grandes áreas que têm preocupado os educadores: o construtivismo e natureza da ciência.

A discussão filosófica da Química no contexto didático pedagógico se faz necessária uma vez que, segundo Chassot (1995), a Química que é ensinada difere muito da que se pratica no mundo fora das salas de aula. O autor ainda traz que, no mundo escolar, a Química tem sido ensinada de maneira dogmática, conservadora, dedutiva e algorítmica.

Mas para que a incorporação efetiva das perspectivas filosóficas Químicas no ensino de Química aconteça, é preciso que o próprio campo de Filosofia da Química consiga se consolidar. E é em meio a emergência da Filosofia da Química e da sua importância para o ensino de Química que surge a necessidade de autores que contribuam efetivamente para a consolidação deste campo. Neste sentido, Ilya Prigogine - um químico russo que viveu a maior parte da sua vida na Bélgica e que dedicou sua vida à pesquisa com ênfase na interface entre Química, Física e filosofia (MASSONI, 2008) - parece ser um nome promissor para o enriquecimento da discussão filosófica da Química.

O trabalho científico de Prigogine faz referência direta com complexas problemáticas encontradas não só na Química, mas também na engenharia, na biologia e nas ciências sociais, de uma forma que a ciência Física raramente o faz. E, apesar de nunca ter se autointitulado filósofo em suas publicações, ele partilhou a opinião de que sua pesquisa científica tem grande importância filosófica (EARLEY, 2006).

Com a proposta da Nova Aliança, Prigogine coloca em questão a pertinência ética da ciência e discute a inviabilização de segregação entre ciências humanas, ciências da vida e ciências da natureza. Por outro lado, Prigogine também dedicou parte das suas reflexões para a validação da Química como ciência independente, posicionando-se contra o reducionismo da Química à Física tendo como pressupostos sua percepção de tempo e a irreversibilidade dos processos (PRIGOGINE, 2003).

Com base no que foi explanado, surgem as seguintes questões: Prigogine, químico que estudava a termodinâmica, tem pertinência para ser considerado um filósofo da Química? Alguma das ideias de Prigogine pode contribuir para a discussão e consolidação de uma filosofia propriamente Química? A partir do exposto, *pretende-se explorar as possíveis contribuições que a discussão prigoginiana pode fornecer para o processo de consolidação de uma filosofia própria para a Química, contribuindo, conseqüentemente para o desenvolvimento do ensino de Química.*

## METODOLOGIA

Esta pesquisa se caracteriza como um ensaio teórico, com o intuito de analisar a pertinência da obra prigoginiana como aporte para a consolidação da Filosofia da Química, corroborando, conseqüentemente, para o desenvolvimento da educação Química. Ainda que se tenha recorrido a artigos e livros para a construção desta investigação, uma vez se tratando de um ensaio teórico, esta pesquisa não possui uma seqüência metodológica tradicional (MENEGETTI, 2011).

*“[...] o ensaio caracteriza-se pela sua natureza reflexiva e interpretativa, diferente da forma classificatória da ciência. No centro do ensaio está a relação quantitativa versus qualitativa. Enquanto a ciência adquire maior autonomia, valorizando aspectos quantitativos para promover generalizações que façam com que um número cada vez maior de pessoas passe a compreender o mundo a partir da instituição de uma racionalidade baseada na calculabilidade, o ensaio valoriza aspectos relacionados às mudanças qualitativas que ocorrem nos objetos ou fenômenos analisados pelos ensaístas.” (MENEGETTI, 2011, p.322).*

## POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES DA FILOSOFIA DE PRIGOGINE PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Nesta seção, pretende-se explicar algumas questões filosóficas que as ideias prigoginianas podem levantar no cenário da Filosofia da Química e, conseqüentemente, da Filosofia da Química. Sem delongas, neste momento, a principal contribuição de Prigogine para a Filosofia da Química é o seu potencial de reinterpretação de temáticas já discutidas – mas que precisam ser revisitadas - por meio de uma nova leitura de mundo. E essa nova leitura não permite que o mundo seja enxergado com as lentes simplistas do paradigma newtoniano. O pensamento-Prigogine ao propor uma revisão dos fundamentos da ciência clássica, acabou por sugerir que as discussões que foram influenciadas e encerradas pela irreversibilidade também fossem revisitadas.

Ressalta-se que a epistemologia prigoginiana tem seus próprios assuntos de interesse, como a flecha do tempo e as bifurcações, por exemplo, e que estes podem ser indicativos de novos questionamentos também no universo químico. Não se questiona esse potencial da obra prigoginiana. Por outro lado, tomando a problemática dessa investigação, acredita-se que a grande incrementação prigoginiana se dá na releitura de temáticas que precisam ser revisitadas, principalmente no contexto químico.

Ao visitar essas problemáticas, o pensamento-Prigogine agora as compreende como

partes integrantes de um mundo complexo. Um mundo que aceita a irreversibilidade dos fenômenos por meio da Nova Aliança - um tratado de respeito mútuo que o homem é chamado a fazer com a natureza. Como descrito anteriormente, a Nova Aliança é uma das principais proposições de Prigogine e é através da sua incorporação nas discussões que permeiam a episteme da Química que Prigogine será oportunizado a contribuir para a consolidação da Filosofia da Química.

Neste sentido, Salmon (2009), chega até a afirmar que os primeiros argumentos para as novas normas culturais para a Filosofia da Química são encontrados na obra de Prigogine, mais especificamente em seu livro *From Being to Becoming* (PRIGOGINE, 1980). Ainda segundo Salmon (2009), estas normas abrangem desde a filosofia estática do ser de Parmênides até a filosofia do devir dinâmico de Heráclito.

Diante do exposto até então, Prigogine parece trazer importantes contribuições para o campo filosófico da Química. Pretende-se agora, a fim de ilustração, explanar algumas questões filosóficas que as ideias prigoginianas já revisitaram segundo a leitura de alguns autores.

Como primeiro ponto, Prigogine pode levantar o debate sobre os *aspectos da construção do conhecimento* e afirma que esta deve ser realizada de forma coletiva. Com isso, na discussão prigoginiana, o avanço científico além de se dar ao longo do tempo, só acontece por meio do trabalho em equipe (ALMEIDA, 2004). Para o autor é preciso explicitar que todo conhecimento anteriormente produzido serve como alicerce para a produção de um conhecimento novo. Ao adotar essa linha de pensamento Prigogine visa inibir o “discurso de autoridade e a arrogância do intelectual” (ALMEIDA, 2004, p. 81) que existe no meio científico e que induz a acreditar que descobertas suscitam do conhecimento individual, sem nenhuma relação com o passado ou com os seus pares.

Desta forma, é preciso desmistificar o modelo de gênio individual (uma vez que este não retrata a imagem do cientista real); investigadores fazem uso do conhecimento de outros cientistas, que por sua vez utilizam das teorias de terceiros e assim sucessivamente. Negar a ideia do ser individual genial inibe também outro mito propagado no meio científico, o da sabedoria oracular.

Ao trazer a discussão dos aspectos da construção do conhecimento para o mundo filosófico, Prigogine evoca a distinção entre conhecimento exotérico e conhecimento esotérico e a relação destes com a ciência. Para Prigogine o conhecimento científico não pode ser esotérico (aquele que é hermético, fechado, reservado aos íntimos, à comunidade de iguais, aos iniciados), deve-se, ao contrário criar condições para que ele se configure como exotérico

(aquele que é de domínio ampliado e público) (ALMEIDA, 2004).

Outra contribuição que Prigogine pode trazer para o ensino de Química é a *problematização do conceito*. O autor toma como pressuposto que os conceitos se constituem como produtos humanos e que são construídos no decorrer de um contexto histórico. Porém, deve-se ter em mente que os conceitos não são eternos, eles são válidos apenas até o momento em que conseguirem ter consistência para explicar o que se propõe; quando não mais o conseguirem, devem dar espaço para que novos conceitos emergjam (DELEUZE, 2008). Segundo Prigogine, a sua validade crítica e política está relacionada à sua imanência e circunstância e não a sua essência.

A existência de um conceito não deve travar o progresso científico; ao contrário, deve ser impulso para o desenvolvimento de seu campo. Prigogine assume, com isso, uma postura não estática dos conceitos. Neste sentido, Prigogine compreende os conceitos como produtos do cenário que em são construídos, ao mesmo tempo em que os conceitos também influenciam na construção do contexto. Assim, segundo a perspectiva de Prigogine, a produção científica só pode ser compreendida se estiver localizada na dialética entre a historicidade coletiva e a singularidade individual (DELEUZE, 2008; ALMEIDA, 2004).

Prigogine também oportuniza ao Ensino de Química o debate sobre o que vem a ser *o que vem a ser o progresso científico*, sugerindo que este acontece quando são manifestadas e comprovadas novas explicações para fenômenos que já foram anteriormente explicados. No ideário prigoginiano, o maior inimigo do progresso científico é o apego às certezas tradicionais; a fobia do inovador é um dos grandes obstáculos da ciência. A tensão entre os que propõem algo novo e os que são resistentes a quebra de paradigmas é que proporciona o contraste inovação/conservação ou dinâmica/permanência que caracterizam o que se entende por ciência. Prigogine considera esse jogo de forças como fundamental para o progresso da ciência e é neste contexto que se encontra um recorrente dilema científico e filosófico: permanecer ou mudar o caminho?

Na perspectiva prigoginiana também é proposta uma nova forma de se entender o universo. Prigogine, com sua nova formulação das leis fundamentais da natureza aponta um mundo que exige ser entendido de maneira histórica, o que também impacta significativamente o ensino de Química. Desta forma, ele também pode enriquecer a discussão da *importância da história para a construção do conhecimento químico*, assim como aponta Näpinen (2007):

*A questão da auto-organização na Física levou a uma nova interpretação das*

*leis da natureza. Como Ilya Prigogine mostrou, elas não expressam certezas, mas sim possibilidades e descrevem um mundo que deve ser entendido de maneira histórica. Na nova compreensão filosófica da natureza, a prioridade não é atribuída a nenhum tipo ou nível de entidade, mas a processos históricos, a processos de geração e mudança sem fim (NÄPINEN, 2007, p. 65).*

Neste sentido, Näpinen (2007), apoiado nas ideias de Prigogine, acredita que a Química - entrelaçada com a biologia e com a Física e ainda tendo seu próprio caráter específico - pode contribuir notavelmente para a compreensão histórica do mundo.

Sabe-se que as discussões sobre a *construção do conhecimento, a importância da história para a construção do conhecimento e a problematização do conceito e do progresso científico* já foram realizadas por outros importantes autores como Bachelard e Koyré. Mas o que a proposta prigoginiana traz de inovador neste quesito é a sua interpretação destes mesmos fenômenos à luz de um mundo que reconhece o fim das certezas. Assim como Prigogine afirma que as bases da ciência clássica precisam ser revistas, essas discussões filosóficas que foram elaboradas e influenciadas por este mesmo paradigma da ciência clássica também precisam ser ressignificadas. Este é o lugar de pertinência do pensamento-Prigogine no contexto da episteme da Química.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De maneira holística, a principal contribuição de Prigogine para a Filosofia da Química é o seu potencial de reinterpretação de temáticas já discutidas – mas que precisam ser revisitadas – no universo químico. Da mesma forma que o referencial prigoginiano sugere a releitura de problemáticas importantes para a Filosofia da Química, conseqüentemente, ele também indica que o mesmo deve acontecer para relevantes temáticas do campo de ensino de Química.

Os aspectos da construção do conhecimento, a problematização de conceito, as características do progresso científico e a importância da história para a construção do conhecimento foram evidenciados como exemplos de reflexões que Prigogine pode desestabilizar no campo filosófico da Química. Todas essas temáticas são exemplos de questões filosóficas, de discussão necessária também para o ensino de Química, e que podem colaborar para a legitimação de uma epistemologia Química.

Ainda que estas temáticas já tenham sido discutidas por outros autores, a leitura prigoginiana traz um diferencial importante, que é o seu respaldo na *Nova Aliança* feita entre o homem e a natureza. Essa *Nova Aliança* exige uma reconstrução das leis que governam o

universo e propõe uma nova e ousada leitura do mundo. É neste contexto que Prigogine emerge como um autêntico filósofo da Química!

Esta pesquisa, ainda que exploratória, sugere novas demandas de investigações ao explicitar a importância do referencial prigoginiano para a consolidação de um campo filosófico específico para a Química. A adoção das prerrogativas do pensamento-Prigogine, com sua consistência e irreverência, pode possibilitar, aos autores que defendem a consolidação da Filosofia da Química, níveis mais sofisticados em suas reflexões e proposições. Tal cenário contribuí significativamente para o fortalecimento dos pilares que norteiam o ensino de Química.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. C. A ciência como bifurcação: uma homenagem à Ilya Prigogine. **Revista FAMECOS**, v. 11, n. 23, p. 77, 2004.
- BEJARANO, N. R. R. *et al.* A filosofia da ciência e a Filosofia da Química: uma perspectiva contemporânea. **Revista Ideação**, n. Edição Especial 2018, p. 392–423, 5 mar. 2018.
- BHUSHAN, N.; ROSENFELD, S. M. (EDS.). **Of minds and molecules: new philosophical perspectives on chemistry**. Oxford ; New York: Oxford University Press, 2000.
- CHAMIZO, J. A. **Filosofia da Química no Brasil**. Porto Alegre: Editora Fi, 2019.
- CHASSOT, A. I. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Ed. UNIJUI, 1995.
- DELEUZE, G. **Conversações**. São Paulo: Editora 34, 2008.
- EARLEY, J. E. Some philosophical influences on ilya prigogine’s statistical mechanics. **Foundations of Chemistry**, v. 8, n. 3, p. 271–283, 30 nov. 2006.
- ERDURAN, S.; MUGALOGLU, E. Z. Philosophy of Chemistry in Chemical Education: Recent Trends and Future Directions. In: MATTHEWS, M. R. (Ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014. p. 287–315.
- KAVALEK, D. S. *et al.* Filosofia e História da Química para educadores em Química. **História da Ciência e Ensino**, v. 12, p. 1–13, 2015.
- MASSONI, N. T. Ilya Prigogine: uma contribuição à filosofia da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 2308-1-2308-8, 2008.
- MENEGHETTI, F. K. O que é um ensaio-teórico? **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 2, p. 320–332, abr. 2011.
- NÄPINEN, L. The need for the historical understanding of nature in physics and chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 9, n. 1, p. 65–84, 1 mar. 2007.

PRIGOGINE, I. **From being to becoming: time and complexity in the physical sciences.** San Francisco: W. H. Freeman, 1980.

PRIGOGINE, I. Chemical Kinetics and Dynamics. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 988, n. 1, p. 128–132, maio 2003.

RIBEIRO, M. A. P. **Integração da Filosofia da Química no currículo de formação inicial de professores - contributos para uma filosofia do ensino.** Lisboa: Universidade de Lisboa, 2014.

SALMON, J. F. Emergence in evolution. **Foundations of Chemistry**, v. 11, n. 1, p. 21–32, abr. 2009.