

ESCOLA DE CIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA E MATEMÁTICA  
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

SABRINA ISIS BRUGNAROTTO DOPICO

**COMO O ENSINO DE COSMOLOGIA PODE CONTRIBUIR PARA O DESENVOLVIMENTO  
DE ATITUDES TRANSDISCIPLINARES NOS ALUNOS?**

Porto Alegre  
2019

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul

**SABRINA ISIS BRUGNAROTTO DOPICO**

**COMO O ENSINO DE COSMOLOGIA PODE CONTRIBUIR PARA  
O DESENVOLVIMENTO DE ATITUDES TRANSDISCIPLINARES  
NOS ALUNOS?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. João Bernardes da Rocha Filho

Porto Alegre

2019

## Ficha Catalográfica

D692c Dopico, Sabrina Isis Brugnarotto

Como o ensino de Cosmologia pode contribuir para o desenvolvimento de atitudes transdisciplinares nos alunos? / Sabrina Isis Brugnarotto Dopico . – 2019.

113.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. João Bernardes da Rocha Rocha Filho.

1. Ensino de Cosmologia. 2. Transdisciplinaridade. 3. Atitudes transdisciplinares. 4. História da Ciência. 5. Análise Crítica Dialética. I. Rocha Filho, João Bernardes da Rocha. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bibliotecária responsável: Salete Maria Sartori CRB-10/1363

SABRINA ISIS BRUGNAROTTO DOPICO

**"COMO O ENSINO DE COSMOLOGIA PODE CONTRIBUIR PARA O DESENVOLVIMENTO DE ATITUDES TRANSDICCIPLINARES NOS ALUNOS"**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestra em Educação em Ciências e Matemática.

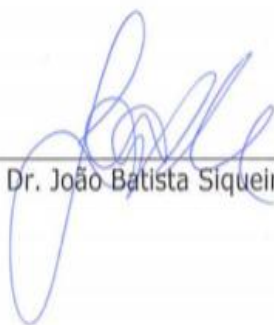
Aprovada em 20 de março de 2019, pela Banca Examinadora.



Dr. João Bernardes da Rocha Filho (Orientador - PUCRS)



Dr. Alan Alves Brito (UFRGS)



Dr. João Batista Siqueira Harres (PUCRS)

Dedico esta dissertação a todos que me apoiaram  
nesta jornada de autoconhecimento e enriquecimento  
intelectual, moral e ético. Também dedico,  
especialmente, aos professores e professoras que  
queiram utilizá-la para fins de pesquisa ou prática em  
sala de aula.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer aos meus pais que me auxiliaram e motivaram a seguir os estudos. Esta motivação pode ter vindo de vivências em suas infâncias, principalmente a de minha mãe, de ter tentado, porém devido à falta de oportunidades não terem conseguido seguir as atividades educacionais da época. Os agradeço muito.

Aos programas sociais de governo como o Programa Universidade para Todos (ProUni) que puderam oportunizar às pessoas como eu, de baixa renda, este ingresso no nível superior. Mais ainda, agradecer aos incentivos cedidos pela CAPES, fornecendo bolsas de estudos que me motivaram a realizar o curso de Mestrado Acadêmico, me tornando a primeira Mestra do meu círculo familiar.

Agradeço a todos meus amigos e familiares por todo o apoio cedido nos momentos difíceis e caóticos ao longo desta jornada de crise pessoal. Especialmente ao meu melhor amigo e companheiro Vítor.

Agradeço ao meu orientador por me motivar a ingressar no mestrado, ideia a qual eu não havia cogitado antes de sua orientação. E a todos os professores de Física que me deram apoio ao longo da graduação e conselhos durante a pós.

## RESUMO

O objetivo da pesquisa que foi desenvolvida nesta dissertação foi identificar como o Ensino de Cosmologia contribui para a formação de atitudes transdisciplinares em alunos. Esta pesquisa foi realizada devido a importância da Transdisciplinaridade visar o incentivo de reflexões, por parte dos alunos, em conjunto com a Cosmologia que se elucidou um tema incentivador destas reflexões, além de muitos estudantes demonstrarem interesse pela temática. Para isso, inicialmente, foram lidas obras dos autores Edgar Morin, Basarab Nicolescu, Dinorah Sanvitto Tronca e uma Tese que descreve indicadores de atitudes Transdisciplinares, para que pudéssemos nos impregnar acerca da Transdisciplinaridade. Feito isso, foram realizadas buscas em bancos de Teses e Dissertações para a seleção de trabalhos que tratavam da temática Ensino de Cosmologia, para que dispusessem de dados para a busca das atitudes transdisciplinares. Para a coleta e análise de dados, foi utilizada a pesquisa bibliográfica e a análise crítica dialética, baseadas em diferentes obras para melhor compreensão de suas etapas. Assim, a partir da questão de pesquisa: Como o ensino de Cosmologia pode contribuir para a formação de atitudes Transdisciplinares nos alunos? Evidenciamos que, a partir da análise dos materiais selecionados, as atitudes transdisciplinares podem ser desenvolvidas a partir do ensino da Cosmologia, com exceção de uma destas atitudes. Contudo, para que estas se manifestem nos alunos, as abordagens utilizadas pelos professores não se enquadram como sendo abordagens tradicionais ou superficiais. Dentre estas abordagens, evidenciamos que as atitudes passam a se desenvolver nos estudantes a partir do momento em que estes começam a possuir uma visão de que a Ciência está em um processo de eterna mudança, sendo essa inacabada. Esta visão se desenvolve a partir do estudo de como os modelos cosmológicos evoluíram ao longo da história da humanidade, portanto levando em consideração de que o conhecimento científico é produto da interação entre distintos níveis de realidade. As atitudes se manifestam também, ao se trabalhar uma visão mais aberta entre Ciência e Religião, no que tange suas manifestações sociais e culturais na construção da história da Ciência. Além disso, os processos dialéticos entre os alunos contribuem para que esses cheguem a consensos mais elaborados, envolvendo as principais controvérsias que repousam sobre a Cosmologia.

**Palavras-chave:** Ensino de Cosmologia, Transdisciplinaridade, Atitudes transdisciplinares, Ensino de Ciências, História da Ciência, Análise Crítica Dialética.

## Abstract

The objective of the research that was developed in this dissertation was to identify how the teaching of cosmology contribute for the formation of transdisciplinary attitudes in students. This research was developed because of the importance of transdisciplinarity for incentivated the reflexions in the students together with the Cosmology that elucidates a theme incentivator of thisreflections. Apart from that very students demonstrated interest for Cosmology. For that initially was readed books of the autores Edgar Morin, Basarab Nicolescu, Dinorah Sanvitto Tronca and one thesis that describes the indicators of transdisciplinary attitudes. Done that, We searched in databases of thesis and dissertations for the selection of papers that related to the theme of cosmology teaching. For the data collection and analysis was utilized the bibliographic research and the dialectical critical analisys based on differents books for a better understanding of your stages. So the question research was been formulated like: How the theaching of Cosmology can contribute for the formation of transdisciplinary atitudes in students? We show that from the analysis of the data base selected the transdisciplinary attitudes can be developed from teaching of Cosmology wich exception one of this attitudes.

Yet for the attitudes be manifested in students the approaches used for the teachers don't be a traditional approaches or superficiais. The attitudes can manifested in the students from visions wich the science it's not finished but chanching. This vision developed from the study how the cosmologic models evolved from the history of the humanity. Therefore thaking into account wich the Science knowledge is product of the interation of distints levels of reality.The transdisciplinar attitudes also manifested to visions more open about the science enad religion in the science story. The dialeticals process in students contributed so that they arrive to elaborated consensus envolving the principals controversies in the Cosmology.

**Palavras-chave:** Cosmology teaching, Transdisciplinarity, Transdisciplinary attitudes, Science teaching, Science Story, Critical dialectic analysis.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquema sobre a dissipação dos fótons na origem do universo.....	23
Figura 2- Evolução das medidas da radiação cósmica de fundo, a partir dos satélites COBE, WMAP e Planck.....	24
Figura 3 – Exemplificação sobre ideias contrárias e contraditórias.....	35
Figura 4 – Esquema de diferentes níveis de realidade.....	36
Figura 5: Representações artísticas acerca da violência contra a mulher e da exploração do mundo pelos homens.....	58
Figura 6: Representação pictórica da realidade complexa: “O conhecimento é, com efeito, uma viagem que se efetiva num oceano de incerteza salpicado de arquipélagos de certezas”.....	62
Figura 7: Representação do terceiro termo T no nível de realidade 1, podendo ser compreendido como a união dos contraditórios A e não-A. Na realidade 2, A e não-A são opostos e excludentes, devido à projeção do termo T nessa realidade.....	65
Figura 8: Exemplo da representação de níveis de realidade a partir da ideia da Física Clássica e da Física Quântica, onde T seria o Quantum, o corpúsculo seria A e a onda seria não-A.....	65
Figura 9: Possíveis curvaturas espaciais de acordo com a constante de índice de curvatura.....	77

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relação entre quantidade de trabalho e citações por indicador de atitude transdisciplinar.....	99
Gráfico 2 – Efetividade do ensino de Cosmologia na manifestação dos indicadores de atitudes transdisciplinares.....	100

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Resultados da pesquisa sobre ensino de Cosmologia no Brasil, realizado por Bazetto e Bretones (2011).....	26
Quadro 2- Resultado da busca realizada pelos pesquisadores com na pesquisa de Bazetto e Bretones (2011).....	28
Quadro 3: Informações sintetizadas dos Trabalhos.....	50
Quadro 4: Informações sintetizadas dos Trabalhos.....	50
Quadro 5: Artigos da Carta da Transdisciplinaridade.....	66

## SUMÁRIO

<b>1 – O PRINCÍPIO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 – FUNDAMENTOS.....</b>	<b>16</b>
EPÍTOME DO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL.....	16
AFINAL, O QUE É COSMOLOGIA?.....	18
ALGUMAS TEORIAS ESTUDADAS PELA COSMOLOGIA.....	20
O ENSINO DE COSMOLOGIA NO BRASIL.....	25
TRANSDISCIPLINARIDADE.....	29
INDICADORES DE ATITUDES TRANSDISCIPLINARES.....	36
<b>3 – MÉTODO.....</b>	<b>42</b>
ESCOLHA DO MÉTODO PARA A COMPREENSÃO DA REALIDADE.....	42
QUANTO À ABORDAGEM DO PROBLEMA.....	43
NÍVEL DE PESQUISA.....	44
<b>4 – A PESQUISA.....</b>	<b>45</b>
FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	47
IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES E LOCALIZAÇÃO DAS FONTES.....	47
LEITURA DO MATERIAL.....	47
ELABORAÇÃO DO PLANO DE TRABALHO.....	53
CONSTRUÇÃO LÓGICA DO TRABALHO.....	53
REDAÇÃO DO TEXTO.....	54
<b>5- UMA NOVA ATITUDE PERANTE O MUNDO PÓS-MODERNO: A TRANSDISCIPLINARIDADE.....</b>	<b>55</b>
CARACTERÍSTICAS DA ERA PÓS-MODERNA A PARTIR DO LIVRO <i>A VIDA FRAGMENTADA</i> , DE ZYGMUNT BAUMAN.....	55
A OBJETIFICAÇÃO DO SER HUMANO E O REDUACIONISMO CIENTÍFICO: REFLEXOS NAS PRÁTICAS DOS PROFESSORES.....	57
O PAPEL DAS INCERTEZAS NA CONTRIBUIÇÃO DE UMA VISÃO MAIS COMPLEXA DE ENTENDER O MUNDO.....	59
AS MÚLTIPLAS REALIDADES E A LÓGICA TERNÁRIA.....	63
A CARTA DA TRANSDISCIPLINARIDADE.....	65
<b>6- O ENSINO DE COSMOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DE ATITUDES TRANSDISCIPLINARES NOS ALUNOS.....</b>	<b>68</b>

PERTENÇA AO COSMO.....	68
VIVÊNCIA NO TEMPO PRESENTE.....	69
PRESENÇA DO SAGRADO.....	70
TRANSCULTURALIDADE.....	75
IMAGINÁRIO E IMAGINAÇÃO.....	75
DIFERENTES NÍVEIS DE REALIDADE.....	76
TRANSCENDÊNCIA.....	84
RESPEITO PELO OUTRO.....	85
SOLIDARIEDADE.....	86
COOPERAÇÃO.....	86
APRENDER A APRENDER.....	87
LÓGICA DO TERCEIRO TERMO INCLUÍDO.....	89
COMPLEXIDADE.....	93
GRÁFICOS DOS DADOS ANALISADOS.....	98
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>101</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>105</b>
<b>REFERÊNCIAS DAS OBRAS ANALISADAS.....</b>	<b>109</b>

## 1 – O PRINCÍPIO

*A Terra é um cenário muito pequeno numa vasta arena cósmica [...]  
Pense nos rios de sangue derramados por todos aqueles generais e imperadores [...]  
Já foi dito que astronomia é uma experiência de humildade e criadora de caráter. Não há, talvez, melhor demonstração da tola presunção humana do que esta imagem distante do nosso minúsculo mundo. Para mim, destaca a nossa responsabilidade de sermos mais amáveis uns com os outros, e para preservarmos e protegermos o 'pálido ponto azul' [...]*

*(Carl Sagan, Pálido Ponto Azul).*

O trecho acima se refere ao poema escrito pelo cientista, escritor e divulgador da ciência, Carl Sagan (1934-1996). O poema chama-se *Pálido ponto azul* e foi escrito por ele em 1994, a partir da observação de uma fotografia realizada pela sonda espacial *Voyager 1*, em 14 de fevereiro de 1990. Nessa fotografia o planeta Terra aparece como sendo um minúsculo ponto azul, pois está sendo visto de uma distância equivalente à distância do planeta Saturno até a Terra (distância de 1.280.4000.000 quilômetros).

Neste poema, temos reflexões interessantes acerca de nossa existência e comportamento humano em relação ao *Pálido ponto azul*. Na primeira frase do poema temos a reflexão da imensidão dos Cosmos, ou seja, do nosso insignificante tamanho em comparação com os outros imensos corpos vagando pelo incomensurável universo<sup>1</sup> no qual vivemos. Já na segunda frase, vem a reflexão sobre o nosso ínfimo tamanho e os recorrentes desfortúnios que vivemos, devido a alguns comportamentos humanos. Logo em seguida, temos a astronomia, como sendo um exercício de humildade e criadora de caráter, pois somente nós, os habitantes deste *Pálido ponto azul*, temos a responsabilidade de sermos mais amáveis uns perante os outros, e preservarmos nossa existência em nosso planeta.

Mas, o que a escolha deste poema e toda esta análise têm a ver com uma dissertação do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul? Bem, o tema escolhido para o

---

<sup>1</sup> Neste trabalho optamos por utilizar a palavra universo, com 'u' minúsculo, pois segundo o professor Edward Harrison (1981) a palavra Universo, costuma referir-se à realidade, ou seja, tudo o que existe, incluindo o que a humanidade ainda não sabe. Já a palavra universo refere-se a um modelo de universo, criado num contexto que sofre modificações.

desenvolvimento desta pesquisa foi baseado no Ensino de Cosmologia e na Transdisciplinaridade. O ensino de Cosmologia foi escolhido devido à afetividade da pesquisadora com o tema e por experiências obtidas ao longo de quatro anos em salas de aula, das quais muitos dos assuntos abordados, envolvendo o Ensino de Física, acabavam por se direcionar a tópicos relacionados à Cosmologia. Como por exemplo: buracos negros, matéria escura, energia escura, a origem do universo, o final do universo (se é que existirá), estrelas, galáxias, entre outros. Estas curiosidades surgiram ao longo da abordagem de muitos dos conteúdos envolvendo Física, na escola. Contudo, possuíam pouco espaço para discussão por diversos motivos que não foram o foco desta pesquisa.

A opção pela Transdisciplinaridade está diretamente relacionada ao poema acima, devido a esta ser essencial para uma melhor convivência entre as pessoas, pois estas vivem em um mundo onde o conhecimento especialista e totalmente fragmentado predomina no âmbito educativo. Essa fragmentação em excesso acaba por trazer alguns prejuízos a um dos mais importantes sentidos da educação, que é a preocupação de tornar os seres humanos melhores, aptos para o convívio em sociedade, pacíficos, cuidando e amando o planeta.

Assim, o poema tem muito em comum com o assunto proposto como tema de pesquisa deste trabalho. Deixando clara a preocupação mediante o ensino de Cosmologia e a Transdisciplinaridade, o título (e a questão ou problema de pesquisa) foi definido desta forma: *Como o Ensino de Cosmologia pode contribuir para o desenvolvimento de atitudes transdisciplinares nos alunos?*

Este estudo contribuiu para a identificação de contribuições da Cosmologia - sendo essa um tema transversal - para a formação de atitudes transdisciplinares nos alunos que obtiveram contato, de alguma forma, com estes conhecimentos. Essas atitudes visam ao incentivo de reflexões que levem os alunos a desenvolverem melhor convívio em sociedade, maior respeito às distintas opiniões entre seus colegas e melhor convivência, aprendendo com o outro a tornar o mundo um local cada vez melhor.

Portanto, o Objetivo desta pesquisa foi *a identificação das formas de contribuição do ensino de Cosmologia para a formação de indivíduos com atitudes transdisciplinares, a partir da análise de dissertações e teses que abordam o assunto.*

Assim, alguns Objetivos Específicos foram traçados inicialmente para que pudéssemos ascender ao Objetivo principal deste estudo, conforme seguem:

1. Identificar quais comportamentos e atitudes caracterizam indivíduos com atitudes transdisciplinares. Para isso a pesquisadora envolveu-se com o entendimento dos indicadores de atitudes transdisciplinares propostos por Celso Peçanha Machado, em sua tese de doutoramento, em 2016.
2. Avaliar a relevância e selecionar estudos acerca do ensino de Cosmologia no Brasil, existentes no Banco de Teses e Dissertações da CAPES<sup>2</sup> e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), sem restrição temporal.
3. Correlacionar o ensino de Cosmologia e a Transdisciplinaridade, fundamentando o processo de análise dos dados.

O método utilizado nesta pesquisa se denomina de método crítico dialético, sendo esta uma pesquisa de caráter qualitativo explicativo, com delineamento orientado pela pesquisa bibliográfica em conjunto com anotações em um diário de pesquisa.

Esta dissertação foi dividida em sete partes. Na primeira parte temos a o Princípio do trabalho, que contém a introdução. Na segunda parte temos os fundamentos ou alicerces desta investigação. Nos fundamentos temos a epítome acerca do ensino de Física no Brasil, a descrição sobre o que a Cosmologia estuda, um estado do conhecimento sobre o ensino de Cosmologia no Brasil e algumas considerações acerca da Transdisciplinaridade e seus indicadores de atitudes transdisciplinares.

Após, temos a parte 3 que contém o método, onde temos o detalhamento do método de pesquisa que foi utilizado pela pesquisadora. A parte 4 corresponde à descrição de como a pesquisa foi realizada, leitura dos materiais, caracterização das fontes, etc. Para a redação do texto final, que contém toda a expressão literária do raciocínio envolvido ao longo da pesquisa, assim como o processo de análise, dividimos em duas grandes seções: 5- *Uma nova atitude perante o mundo pós-moderno: a Transdisciplinaridade* e 6 - *O Ensino de Cosmologia no desenvolvimento de atitudes Transdisciplinares nos alunos*.

---

<sup>2</sup> Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Por fim, temos a parte 7, que contém as considerações finais da pesquisa realizada, além dos anseios para o futuro.

## PARTE 2 – FUNDAMENTOS

Ao longo dos últimos anos vêm sendo desenvolvidos debates acerca da diversidade de assuntos relacionados ao conteúdo de Física, e quais destes seriam mais úteis aos alunos. Temos a consciência de que os temas determinados como úteis são abordados em sala de aula, contudo, na maior parte, distanciam-se das realidades dos alunos (ROSA; ROSA, 2005). Um fator que pode ser determinante para esclarecer tal distância é a adoção de currículos fechados, cujo objetivo central é preparar os indivíduos para exames pré-vestibulares e o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM. Isso se associa ao uso de livros didáticos ou apostilas que apresentam uma Física *fechada, terminada e distante da realidade* dos jovens alunos (MOREIRA, 2000).

Por outro lado, temos, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em seu Artigo 36, que os professores e instituições possuem total liberdade para estipularem e adequarem os conteúdos de acordo com o contexto em que a escola está inserida (BRASIL, 2017). Porém, nossa experiência como professores sugere que a maior parte das instituições segue um padrão de conteúdos de Física que devem ser ensinados de uma maneira rigorosa e literal. Estudos realizados por Moreira (2000), Menezes (2001) e Rosa e Rosa (2005), indicam que um dos motivos para que isto ocorra se vincula a um ensino baseado na preparação dos alunos para a resolução de questões relacionadas à Física nos exames. Assim sendo, fica a seguinte reflexão a ser realizada pelo leitor: Será esse o mais adequado objetivo do ensino escolar?

### EPÍTOME DO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

O ensino de Física foi implementado em 1837, no intuito de preparar os alunos para exames que dariam continuidade aos estudos destes jovens. Totalmente transmissivo e com aulas expositivas, somente em 1950 tornou-se obrigatório desde o ensino fundamental ao médio, devido ao processo de industrialização do país, interesses políticos e o pós-guerra, incentivando os alunos a seguirem carreiras nas áreas científico-tecnológicas, sendo o ensino de Física brasileiro muito influenciado pelo modelo norte-americano (MOREIRA, 2000).



Antes da segunda guerra mundial, o ensino de física caracterizava-se pela realização de experimentos altamente sofisticados. Este período foi denominado como a *era das máquinas*, onde a Física consistia em explicar o fenômeno a partir da teoria, com apoio dos experimentos. Após 1950, a situação mudou. Os alunos passavam agora a receber kits para a montagem dos experimentos.

Em 1960, apesar de o país ainda depender do capital estrangeiro para incentivo e recursos na educação, se iniciou um movimento de reforma da educação básica pelas primeiras manifestações do que viria a ser a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), criada somente anos mais tarde em 1996. Em 1961, através de convênios com instituições e governos, o ensino de Física obteve consideráveis investimentos por meio de fornecimentos de kits e materiais didáticos para as escolas.

Assim, a partir da década de 60 do século XX

[...] o movimento de reforma do currículo dos anos 60 surgiu dentro de uma euforia geral sobre o papel da Ciência no progresso do mundo, idealizando a visão técnica da Ciência, priorizando o conhecimento científico produzido por cientistas **desinteressados pelos valores sociais** e que baseavam seus trabalhos de pesquisas em normas de consenso geral. (ROSA; ROSA, 2005, p. 5, grifo nosso)

Após o ano de 1970 a educação brasileira passou por transformações rumo à era moderna, onde a Ciência possuiria valor essencial na *corrida* para a pós-modernidade. Essas transformações se deram no intuito de o país alcançar as potências mundiais, tendo como principal estratégia o incentivo nas áreas científicas. A partir disto, o país investiu em uma política em que os alunos deveriam ser preparados para o mercado de trabalho, e não para o ensino superior, tornando, assim, obrigatória a formação secundária técnica, para que os alunos pudessem ingressar no mercado de trabalho, não importando sua classe social.

Nas décadas de 80 e 90 do século passado, já não se distinguia tão claramente a Ciência da Tecnologia, assim o país visava a uma produção tecnológica. Houve maior necessidade na melhoria do ensino de Ciências no Brasil e no mundo.

Após cem anos da implementação do ensino de Física em nosso país, ainda nos deparamos com o mesmo cenário: “[...] ensino voltado para a transmissão de informações através de aulas expositivas utilizando metodologias voltadas para a resolução de exercícios algébricos” (ROSA; ROSA, 2005, p. 6). Questões que envolvam o contexto onde os alunos estão inseridos, visões éticas e morais, vêm sendo

deixadas ao largo, como secundárias ao processo de formação humana e científica dos alunos.

Assim, desde nosso ponto de vista, temos de questionar aos nossos alunos sobre quais suas preferências, o que gostariam de aprender e o que lhes desperta curiosidade. Portanto, devemos nos situar sobre onde os alunos vivem e analisar em quais contextos eles estão inseridos para que possamos, em conjunto com eles, construir a Física que eles necessitam em suas vidas. Devido às experiências profissionais que já obtivemos, sabemos que assuntos que envolvam a Cosmologia despertam grande interesse nos alunos. Também foram encontradas evidências de que este tema realmente desperta o interesse nos alunos, como escrevem Bazetto e Bretones, “[...] temas como Cosmologia despertam interesse nos jovens e pergunta qual professor que nunca foi solicitado a explicar a expansão do Universo.” (2011, p. 2). A seguir, trataremos mais sobre o assunto.

#### AFINAL, O QUE É COSMOLOGIA?

A fim de encontrar um consenso sobre o significado do conceito *Cosmologia* foi realizada um levantamento de definições dadas por vários autores e dicionários. As definições de cada autor serão descritas, para que possamos tornar claro o que esta palavra significa. Ao final deste subcapítulo será realizada uma síntese destas ideias.

A palavra Cosmologia, segundo o Dicionário Informal (online), deriva do grego *Cosmo* = mundo e *Logos* = estudo. Portanto, Cosmologia seria o estudo do mundo, sendo também uma ciência e ramo da Astronomia.

Em Seferin vemos que “[...] a Cosmologia poderia ser definida como a busca pela compreensão da origem e da história do Universo, existindo há tanto tempo quanto a própria humanidade.” (2016, p.37).

Strehl escreve que “A Cosmologia é um dos tópicos da Física, em particular da Astrofísica, que precede a própria ciência. É o estudo da origem, estrutura e evolução do Universo, através da combinação de teoria e observação, física e astronomia” (1996, p. 54).

Já para Henrique (2011), em um sentido mais amplo a Cosmologia seria definida como uma busca para entender as origens, história da Terra e do universo. Mas também traz uma perspectiva humanista, como uma das características restritas aos seres humanos, pelos seus interesses. A Cosmologia foi estudada desde a antiguidade, tanto de ponto de vista científico, como também filosófico, religioso e artístico. A cosmologia antiga era mais próxima das religiões e mitos, porém ao longo do tempo sofreu modificações em sua abordagem, estando mais aproximada a uma Ciência. Passou a estudar fenômenos em grande escala, ou seja, do Universo como um todo. Sendo assim, a Cosmologia em um sentido mais restrito e científico é “[...] uma das partes da astronomia que utiliza modelos físicos e matemáticos para estudar o Universo em larga escala.” (BAGDONAS, 2011, p. 68).

Segundo Brockelman, Cosmologia é uma teoria que estuda o universo considerando seu todo. Sendo, assim, preocupa-se tanto com sua origem, atualidade e seus rumos finais. Por isso é considerada como sendo uma realidade emergente, processual (BROCKELMAN, 2010).

Segundo Ross, “A cosmologia visa a explicar a origem e a evolução de todo o conteúdo do Universo, os processos físicos subjacentes e, assim, obter um aprofundamento e compreensão das leis da física assumidas em todo o Universo.” (2003, p.1).

Segundo Liddle (2003), a Cosmologia moderna baseia-se na crença de que não ocupamos um lugar especial no universo. Sendo esta ideia um princípio cosmológico.

Segundo Bonometto, Gorini e Moschella (2002), a Cosmologia é considerada como uma Ciência nova, apesar de questões cosmológicas serem tão antigas quanto a existência da humanidade. Trata-se de uma conquista, onde problemas filosóficos e metafísicos puderam ser transformados em problemas que a Física pudesse tratar e resolver. Suas principais contribuições estão nas descobertas de galáxias e na Teoria da Relatividade.

Em síntese, a Cosmologia é uma Ciência e ramo da Astronomia que busca a compreensão da história do universo, desde sua origem até sua evolução. Existe há tanto tempo quanto a humanidade, sendo em tempos mais remotos não considerada uma Ciência, pois era mais voltada às questões religiosas e mitológicas. A Cosmologia tornou-se Ciência quando passou a estudar, a partir de teorias (modelos físicos e

matemáticos) e observações, fenômenos em grandes escalas. É considerada também, uma Ciência processual e emergente, ou seja, que sofre transformações de acordo com a realidade existente. Possui base na ideia de que não ocupamos um lugar especial no universo, ideia que é antagônica às antigas concepções de universo.

## ALGUMAS TEORIAS ESTUDADAS PELA COSMOLOGIA

Já sabemos o que o conceito *Cosmologia* significa, mas quais são os principais estudos realizados pelos cosmólogos? Devido à riqueza das teorias e suas variedades, não iremos adentrar profundamente sobre seus estudos. Apenas iremos situar o leitor nos principais temas e do que tratam.

A Cosmologia destina-se a estudar os modelos cosmológicos que vêm passando por um processo de sofisticação ao longo dos anos. O modelo mais aceito, atualmente, que descreveria o comportamento do universo seria o modelo do Big Bang, devido às inúmeras corroborações que surgiram ao longo da história.

Isaac Newton (1643-1727) formulou uma teoria em que os corpos que possuíam massa poderiam atrair-se a partir da gravitação. No entanto, Newton já havia percebido que havia um problema em relação a esta teoria: como o universo estaria em equilíbrio se os corpos continuam a se atrair? Como que ele não entraria em colapso? Assim, Newton propôs que o universo fosse infinito, onde as forças gravitacionais se anulariam, devido às distâncias e massas homogêneas entre os corpos (BAGDONAS, 2011). Nesta época não se acreditavam que haviam estrelas além da nossa vizinhança, ou seja, bem diferente da Cosmologia atual.

Albert Einstein (1879-1955) contribuiu para a Cosmologia a partir do desenvolvimento das bases matemáticas de uma nova teoria Física acerca dos fenômenos gravitacionais: a relatividade geral. De acordo com as ideias de Einstein o universo deveria ser estático, pois a questão da estabilidade e colapso do universo permanecia sem solução. Assim, buscando resolver este problema, Einstein introduziu em suas equações a Constante Cosmológica, representando uma repulsão e equilibrando a atração gravitacional, assim o universo poderia ser estático, em equilíbrio e ilimitado. Para muitos, na época, a constante foi vista como sendo algo artificial (KRAGH, 1996).

Willem De Sitter (1872-1934), holandês que fazia parte da *Royal Society* de Londres, publicou outras soluções para as equações de Einstein, que após ficou conhecido como o modelo de universo de De Sitter. Seu universo era visto como sendo estático, finito e sem matéria. Este modelo era visto como uma abstração matemática mantendo a constante cosmológica e a ideia de um universo estático. A partir de seus estudos ele mostrou que as partículas poderiam se espalhar com uma velocidade proporcional às distâncias, fenômeno que ficou conhecido como efeito De Sitter, apesar disso ele não adotou este fenômeno como sendo um afastamento entre os corpos.

Após o final da primeira guerra mundial, a teoria da relatividade começou a ser divulgada pela Europa, onde pesquisadores investigavam as soluções das equações propostas por Einstein. Dentre estes pesquisadores estavam Friedmann, Lemâitre, Eddington, Robertson e Tolman, que investigavam possibilidades distintas de modelos de universos (BAGDONAS, 2011).

O russo Alexandre Friedmann (1888-1925) investigou as soluções das equações de Einstein, encontrando várias interpretações de universos em expansão ou contração. Destas interpretações temos o universo em colapso, o universo em expansão e o universo estático ou estacionário. Friedmann possuía mais ideias com interpretações matemáticas do que Físicas. Assim, não podemos dizer que ele propôs a ideia do universo em expansão, mas sim de uma possibilidade de um universo em expansão (KRAGH, 1996). A partir de seus estudos também pôde introduzir um dos conceitos muito importantes na cosmologia que se refere à criação, ao surgimento e à idade do universo.

Lemâitre (1892-1966) foi padre e cosmólogo e queria explicar o universo real no do qual vivemos, considerando evidências observacionais, propondo um modelo chamado de átomo primordial (universo era muito pequeno, denso e quente, passando a se expandir). Esta era sua diferença em relação à Friedmann que buscava soluções matemáticas. Foi aluno de Arthur Eddington (1882-1944) que era astrofísico e um dos astrônomos mais importantes do século XX. A união de astrônomos com dados observacionais e matemáticos que investigavam as soluções das equações de Einstein, foi de extrema importância para a Cosmologia contemporânea.

Lemâitre publicou um artigo, em 1927, que propunha um novo modelo que correspondia a um universo estático, mas que após certo tempo começaria a se expandir, dando uma nova interpretação para o *redshift*<sup>3</sup> das galáxias. Também, deu uma explicação à relação entre o desvio espectral das galáxias e suas distâncias, hoje denominada de “Lei de Hubble” (BAGDONAS, 2011).

A partir do estudo de estrelas de brilhos variáveis, chamadas de cefeídas, feitos pela cientista Henrietta Swan Leavitt (1868-1921), Edwin Hubble (1889-1953) pode utilizar estes dados para medir as distâncias de algumas nebulosas. Após, iniciou seu trabalho em conjunto com o astrônomo Milton Humason (1891-1972), no observatório de Monte Wilson, nos EUA (Estados Unidos da América). Nesse observatório coletou dados sobre as galáxias e fez observações que sugeriam que elas estariam se afastando. A lei de Hubble, enunciada a partir de suas descobertas, nos dá a velocidade radial das galáxias a partir do produto de sua constante e a distância daquelas até a Terra.

A teoria do Big Bang foi proposta no final da década de 1940, após a admissão da expansão do universo e utilizando descobertas da Física de partículas. Em 1948 George Gamow (1904-1968), russo, propôs a teoria de que no início o universo era muito quente e denso, e passou a se esfriar conforme sua expansão, se assemelhando ao modelo do átomo primordial de Lamâitre.

Vale ressaltar que o processo de aceite da teoria do Big Bang como a mais adequada não se deu rapidamente. A partir da década de 1950 surgiu uma teoria rival àquela de Gamow, em Cambridge, Inglaterra. A teoria do Estado Estacionário foi criada pelos físicos Hermann Bondi (1919-2005), Thomas Gold (1920-2004) e Fred Hoyle<sup>4</sup>(1915-2001). Ainda hoje, temos grupos defensores do Estado Estacionário na Alemanha.

Apesar de existirem teorias alternativas em relação a do Big Bang, temos três grandes pilares que a corroboram e que fazem com que esta teoria seja a mais aceita no atual momento: expansão do universo (a partir da interpretação dos *redshifts*),

---

<sup>3</sup> *Redshift* cosmológico é um desvio que a luz sofre ao se propagar pelo espaço-tempo que está em expansão, causando um aumento de frequência e, por consequência, um desvio do espectro para o vermelho.

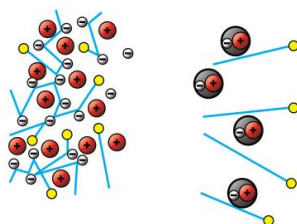
<sup>4</sup> Fred Hoyle foi o criador da expressão Big Bang. Ao ridicularizar a teoria da expansão do universo, propôs o nome ironicamente.

nucleossíntese primordial e a radiação cósmica de fundo, detectada pelos satélites *COBE*, *WMAP* e *Planck*.

Ralph Alpher em seu doutorado, orientado por George Gamow em 1948, elaboraram a tese de que no início do universo, quando a densidade e temperaturas eram muito elevadas, ocorriam reações nucleares, semelhantes aos interiores de estrelas. Alpher estudou quais tipos de átomos poderiam ter sido formados a partir deste momento inicial.

Continuando seu trabalho, Alpher conseguiu prever a existência da radiação cósmica de fundo. Essa radiação foi prevista a partir da seguinte ideia: imaginemos que nos primórdios do universo (antes de se formarem os átomos), devido à densidade enorme de partículas, a luz interagira tanto com estas que acaba por ficar aprisionada nesta grande “sopa” de partículas (Figura 1 à esquerda). Porém, após a diminuição da densidade, quando os primeiros átomos foram formados, os fótons conseguiam propagar-se por longas distâncias (Figura 1 à direita).

Figura 1: Esquema sobre a dissipação dos fótons na origem do universo.



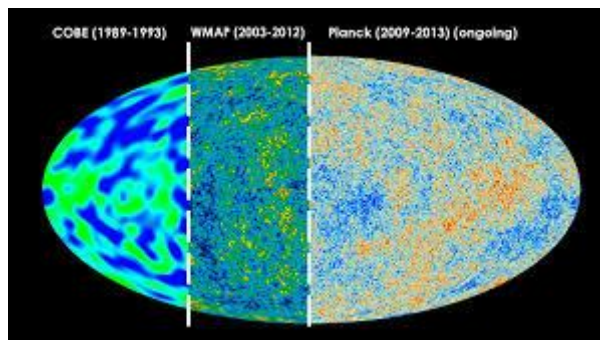
Fonte: <http://astrofisica.ufsc.br/material/>.

Devido à expansão do universo, esses fótons passaram a possuir um comprimento de onda expandido também, diminuindo sua frequência. Essa radiação é denominada de radiação cósmica de fundo. Alpher e Hermann previram que este fenômeno deveria ter acontecido por volta de 380 mil anos após o Big Bang e hoje com uma temperatura de 3 K. Contudo, esta ideia foi ignorada.

Arno Penzias e Robert Wilson detectaram, em 1960, essa radiação cósmica de fundo, ganhando o prêmio Nobel em 1978, a partir de um chiado detectado por uma antena de comunicação em rádio. Após, foram construídos satélites para melhorar as medidas tais como o satélite *COBE* (Cosmic Background Explorer), satélite *WMAP*

(Milkinson Microwave Anisotropy Probe) e o satélite Planck que puderam contribuir na geração dos seguintes mapas:

Figura 2: Evolução das medidas da radiação cósmica de fundo a partir dos satélites COBE, WMAP e Planck.



Fonte: <http://astrofisica.ufsc.br/material/>.

As contribuições destes satélites para a Cosmologia, foram no mapeamento desta radiação cósmica de fundo. Estas medidas foram ficando cada vez mais precisas e sem ruídos de outros corpos, como luminosidade de estrelas, que atrapalhem as medições da radiação de fundo.

Contudo, vale ressaltar que estas corroborações para o modelo de Big Bang também possuem interpretações distintas por diferentes pesquisadores, que apontam discrepâncias observacionais. Um exemplo são os redshifts estranhos medidos por um grupo de pesquisadores acerca de quasares<sup>5</sup> próximos às galáxias. Como os quasares possuem ligação física com galáxias próximas, deveriam possuir os mesmos *redshifts*, ao contrário do observado (OLIVEIRA, 2006).

Além da evolução dos modelos cosmológicos, outros dois tópicos estudados pela cosmologia são a *matéria escura* e a *energia escura*. A matéria escura é o nome que se deu à massa extra e invisível, necessária para explicar a ocorrência de curvas de rotação das galáxias e suas velocidades. Quando se considera somente a matéria observável (matéria luminosa), chega-se a um cálculo de velocidade bem menor do que o valor medido. Observando este fenômeno, o astrônomo Zwicky constatou que, pelas

---

<sup>5</sup> Os quasares se classificam como núcleos de galáxias ativas e estão muito distantes de nós no universo. São considerados os objetos mais brilhantes do universo, possuindo grandes emissões em ondas de rádio.



velocidades que as galáxias em aglomerados possuem, suas massas deveriam ser cerca de dez vezes maiores do que as observadas. Assim,

Se sua quantidade for de 5 a 10 vezes maior do que a de matéria luminosa, ela poderia se constituir de partículas normais (bárions); prótons e nêutrons, não condensados em estrelas, poeira ou gás, senão deveríamos detectá-los. Poderia, porém, ser composta de buracos negros (objetos colapsados gravitacionalmente), anãs marrons (objetos degenerados, mas de massa inferior a estrelas e maiores que Júpiter), e planetas (que não geram sua própria luz). As observações de microlentes gravitacionais na nossa Galáxia indicam que somente cerca de 2% da matéria está na forma de estrelas colapsadas. A matéria escura deve ser composta de partículas exóticas ainda não detectadas na Terra, como áxions, ou monopolos magnéticos. Se existirem, essas partículas podem compor mais de 90% da massa do Universo, sem participar da formação de estrelas, planetas e seres humanos. (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014, p. 654)

Já a *Energia Escura* é uma pressão negativa que está a empurrar o universo, fazendo com que este continue a se expandir. Do ponto de vista observacional, há mais evidências de que a matéria escura exista, do que a energia escura, no atual momento. Portanto, são campos que demandam muita pesquisa ainda.

Os temas de estudo desta área são bastante abrangentes e estão em constante mudança. Por isto, não iremos detalhá-los nesta pesquisa, devido a nosso foco estar no ensino de Cosmologia no Brasil.

## O ENSINO DE COSMOLOGIA NO BRASIL

Tratando-se do ensino de Cosmologia no Brasil, em níveis superior e médio, seria interessante elucidarmos as produções acadêmicas acerca do tema ao longo dos anos. Contudo, antes disto, temos três documentos importantes da área da Educação, os quais especificam a importância de ensinarmos assuntos com ênfase na Cosmologia. A LDB (Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), por exemplo, ressalta o sentido da Física como sendo uma visão de mundo. Sendo assim,

É parte desta preocupação a nova **ênfase atribuída à Cosmologia Física**, desde o Universo mais próximo, como o sistema solar e, em seguida, nossa galáxia, até o debate dos modelos evolutivos das estrelas e do cosmos. (MENEZES, 2001, p. 7, grifo nosso)

Já nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) podemos encontrar, na parte correspondente às Ciências Naturais, um conteúdo denominado de *Terra e Universo*.

Neste conteúdo temos a descrição de que “O Universo, sua forma, seu tamanho, seus componentes, sua origem e sua evolução são temas que atraem os alunos de todos os níveis de ensino.” (BRASIL, 1998, p. 38). Outra visão interessante proposta pelos PCN está na consciência de que é difícil para os alunos superarem suas concepções intuitivas acerca da forma da Terra, espessura, diâmetro, localização, etc. Salientando a importância de “[...] que o professor abra o diálogo para as distintas concepções de seus alunos sobre o Universo antes de ensinar a perspectiva científica consagrada” (BRASIL, 1998, p. 38).

Compreender o Universo, projetando-se para além do horizonte terrestre, para dimensões maiores de espaço e de tempo, pode nos dar novo significado aos limites do nosso planeta, de nossa existência no Cosmos, ao passo que, paradoxalmente, as várias transformações que aqui ocorrem e as relações entre os vários componentes do ambiente terrestre podem nos dar a dimensão da nossa enorme responsabilidade pela biosfera, nosso domínio de vida, fenômeno aparentemente único no Sistema Solar, ainda que se possa imaginar outras formas de vida fora dele. (BRASIL, 1998, p. 41, grifo nosso)

Outro documento importante que trata do assunto está na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que possui um item dedicado a estudos da Terra e Universo salientando que

A partir de uma compreensão mais aprofundada da Terra, do Sol e de sua evolução, da nossa galáxia e das ordens de grandeza envolvidas, espera-se que os alunos possam refletir sobre a posição da Terra e da espécie humana no Universo. (BRASIL, 2016, p. 281)

Assim, podemos pensar nas produções envolvendo a temática “Ensino de Cosmologia no Brasil”. De acordo com uma pesquisa realizada por Bazetto e Bretones (2011), estado da arte em teses e dissertações, as produções envolvendo o ensino de Cosmologia vem crescendo nos últimos anos. Os pesquisadores realizaram uma busca no Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia da Universidade de São Carlos (BTDEA-UFSCar) e encontraram onze trabalhos relacionado ao tema de ensino de Cosmologia. Algumas informações relevantes que pudemos compilar desta pesquisa, se encontram na Quadro 1, a seguir:

Quadro 1: Resultados da pesquisa sobre ensino de cosmologia no Brasil, realizado por Bazetto e Bretones (2011).

Ano	Instituição	Titulação	Ano	Instituição	Titulação
1996	UNICAMP	Doutorado	2006	USP	Doutorado
2001	UNICAMP	Mestrado	2007	UNICSUL	Mestrado
2004	UFRGS	Mestrado	2008	UNICSUL	Mestrado

2005	UFRN	Mestrado	2010	USP	Mestrado
2006	UFRGS	Mestrado	2010	UNICSUL	Mestrado
2006	UFRN	Mestrado			

Fonte: adaptado de Bazetto e Bretones (2011, p. 3).

Pode-se interpretar, dos resultados mostrados no Quadro 1, que ao longo dos anos os pesquisadores têm realizado trabalhos relacionados ao tema ensino de Cosmologia, sendo que dois trabalhos são teses de doutoramento, e os outros nove trabalhos são dissertações de mestrado. Esses pesquisadores concentram-se nas universidades UNICAMP, UFRGS, UFRN, USP e UNICSUL. Houve uma estagnação em relação a trabalhos relacionados ao tema no intervalo de 1996 a 2001. Após, ocorreu mais um tempo sem pesquisas entre 2001 e 2004, mas a partir do ano de 2005 foram produzidas ao menos uma pesquisa por ano, exceto em 2009.

Desses onze trabalhos, sete estão voltados para o Ensino Médio, três envolvem o Ensino Fundamental II e Ensino Superior; e um volta-se a temas gerais. Em relação ao foco temático, setes trabalhos concentram-se em estudos de conteúdos e métodos que

[...] analisam a forma como o conhecimento científico é difundido por meio de métodos e técnicas de ensino aprendizagem. Tratam de abordagens construtivistas e desenvolvimento cognitivo dos alunos em atividades que os motivam e para se introduzir os estudos de Física. Também abordam o tema com o elemento de ligação da Física com outras disciplinas. (BAZETTO; BRETONES, 2011, p. 5)

O tema Formação de Conceitos e Formação de Professores ficou com quatro trabalhos que visam a analisar

O desenvolvimento de conceitos por alunos ou professores. Isto foi investigado por meio de questionários aplicados antes e depois de intervenções em avaliações, tarefas e entrevistas para o acompanhamento da evolução conceitual. (BAZETTO; BRETONES, 2011, p. 5)

Estudos sobre Currículo e Programas foram abordados em dois trabalhos que envolvem o ensino de Cosmologia em propostas disciplinares e cursos de formação continuada (BAZETTO; BRETONES, 2011). Além de que também são estudadas concepções de alunos e professores e recursos didáticos referentes ao tema. Somente um dos trabalhos menciona o conteúdo de Cosmologia em um Programa de Ensino não-escolar (BAZETTO, BRETONES, 2011).

Estas foram as conclusões que os pesquisadores chegaram ao fazer uma varredura pelas teses e dissertações em relação ao Ensino de Cosmologia no Brasil a partir do BTDEA-UFSCar. Devido a sua pesquisa ter sido desenvolvida somente até o ano de

2010, sentimos a necessidade de pesquisar os trabalhos a partir desta data (2011 a 2016). Para isso, utilizamos o Banco Nacional de Teses e Dissertações da CAPES e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, para verificarmos se esta produção continua aumentando, estagnou-se ou diminuiu. Utilizamos estes bancos, pois o BTDEA-UFSCar não possui dados além do ano de 2010. Contudo, verificamos que o BTDEA-UFSCar afirma realizar buscas nos mesmo bancos de teses pesquisados por nós.

Em nossa busca, utilizamos como base a pesquisa realizada por Bazetto e Bretones (2011), onde categorizamos os trabalhos de acordo com seu ano de publicação, universidade, titulação e eixos temáticos. Assim, chegamos às seguintes conclusões, mostradas no Quadro 2, abaixo:

Quadro 2: resultado da busca realizada pelos pesquisadores com base na pesquisa de Bazetto e Bretones (2011).

<b>Ano de publicação</b>	<b>Universidade</b>	<b>Titulação</b>	<b>Eixo temático</b>
2011	UNICAMP	Doutorado	Formação de Conceitos
2011	USP	Mestrado	Formação de professores
2011	CEFET/RJ	Mestrado	Formação de conceitos
2012	CEFET/RJ	Mestrado	Currículo e Programas
2014	USP	Mestrado	Formação de professores
2014	USP	Mestrado	Conteúdo e método
2015	USP	Doutorado	Currículo e Programas
2015	UFMS	Mestrado	Formação de conceitos
2016	UFES	Mestrado	Currículo e programa
2016	USP	Mestrado	Método

Fonte: os autores.

Assim, podemos perceber que houve um aumento das produções de dissertações e teses relacionadas ao ensino de Cosmologia em nível brasileiro, totalizando dez produções em cinco anos. Na pesquisa de Bazetto e Bretones (2011) foi demonstrado que em quatorze anos foram produzidos onze trabalhos. Isto evidencia que mais pessoas têm se interessado em realizar pesquisas envolvendo o ensino de Cosmologia.

Em relação às universidades, algumas se repetiram, como a USP e a UNICAMP. Mas, temos a baixa de universidades como a UFRGS, UFRN e UNICSUL. E a inserção

de CEFET/RJ, UFES e UFMS. A maior concentração de trabalhos sobre a temática está na Universidade de São Paulo - USP.

Quanto aos eixos temáticos, temos que Formação de Conceitos ocupa três dos trabalhos realizados, dois envolvem a Formação de professores, três abordam currículos e programas, um abrange conteúdos e métodos, e um foca somente o método. O que se diferencia dos dados dos trabalhos anteriores (1996–2010), pois a maior parte se concentrava em conteúdos e métodos. Nota-se uma distribuição de certa forma balanceada dos eixos temáticos em comparação com a pesquisa anterior.

Vale ressaltar que a pesquisa realizada por nós, entre os anos de 2011 e 2016, foi apresentada no formato de comunicação no *IV Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias*, sendo publicado no formato de capítulo de livro com o título *O Ensino de Cosmologia no Brasil: um “estado do conhecimento” a partir de teses e dissertações*.

## TRANSDISCIPLINARIDADE

A Transdisciplinaridade não é uma nova filosofia, metafísica, Ciência, religião e tampouco tem associação direta com a disciplinaridade, a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade. Ela é, segundo D’Ambrósio, uma

[...] **postura** de reconhecimento onde não há espaço e tempo culturais privilegiados que permitam julgar e hierarquizar – como mais corretos ou mais verdadeiros – complexos de explicação e convivência com a realidade que nos cerca. (D’AMBROSIO, 1997, p. 9, grifo nosso)

A transdisciplinaridade diferencia-se da multidisciplinaridade e da interdisciplinaridade, pois aquela não se determina como sendo linearmente disciplinar. Mas vale ressaltar que

A **transdisciplinaridade** é **complementar** à abordagem **disciplinar**; faz emergir do confronto das disciplinas novos dados que as articulam entre si; e ela nos oferece uma nova visão da natureza e da realidade. A transdisciplinaridade não busca o domínio de várias disciplinas, mas a abertura de todas elas àquilo que as atravessa e as ultrapassa. (NICOLESCU, 1999, p. 161, grifo nosso)

A Transdisciplinaridade se constitui de uma atitude aberta que inclui o respeito mútuo relacionado a mitos, religiões e sistemas de explicações de conhecimento. Ela possui a essência de ser transcultural e sua mensagem é de que a imensa multiplicação de disciplinas e especialidades conduz a “[...] um crescimento incontestável do poder

associado a detentores desses conhecimentos fragmentados” (D’AMBROSIO, 1997, p. 10). Os problemas causados pela especialização podem contribuir para despertar nos indivíduos uma noção da complexidade dos problemas enfrentados pelo mundo. Isto se dá quando os indivíduos percebem que somente por um viés especialista os problemas maiores não podem ser resolvidos.

Também, para Nicolescu, a Transdisciplinaridade possui o prefixo “trans” que diz respeito “àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina”, tendo como objetivo a compreensão do mundo como um todo, e não seus fragmentos (2000).

Para Mello, Barros e Sommerman, a Transdisciplinaridade é uma teoria do conhecimento.

[...] é um **diálogo** entre as diferentes áreas do saber e uma aventura do espírito. A Transdisciplinaridade é uma **nova atitude**, é a assimilação de uma cultura, é uma arte no sentido da capacidade de articular a multireferencialidade e a multidimensionalidade do ser humano e do mundo. Ela implica numa postura sensível, intelectual e transcendental perante si mesmo e perante o mundo. (MELLO; BARROS; SOMMERMAN, 2002, p. 10, grifo nosso)

Ainda, nos permite aprendermos a decodificar informações que provêm de diferentes níveis da composição do ser humano. Ela nos faz refletir mais sobre as diferenças culturais e sociais para que possamos contribuir para a sustentabilidade do ser humano e da nossa sociedade (MELLO; BARROS; SOMMERMAN, 2002).

A Transdisciplinaridade, primeiramente, despertou nosso interesse devido a ela considerar a existência de diferentes níveis de realidade presentes em um mesmo ambiente, como por exemplo, a diversidade de realidades presentes em uma sala de aula. A realidade é definida por Nicolescu (1999), sendo pensada como um conjunto de ideias que obedecem a um mesmo conjunto de leis e regras que estão inseridas em um sistema.

Ela também está relacionada a uma lógica chamada de *lógica do terceiro termo incluído*, que possui relações com a própria dialética. E, além disto, considera a complexidade dos fenômenos, ou seja, reconhece que nada é simples. Tudo possui um nível ou grau de complexidade. Para nos darmos conta disto, basta tentar pensar em algo simples. Torna-se muito difícil, pois até o exercício da respiração - que é algo

involuntário - envolve uma rede de complexidades, como o funcionamento dos pulmões, a troca de oxigênio por gás carbônico, etc.

Assim, podemos considerar que a Transdisciplinaridade é a linguagem da Complexidade, sendo assim reconhecida por meio de gestos e pensamentos, o que configura a Transdisciplinaridade como uma atitude do ser.

Para entendermos mais sobre a Transdisciplinaridade, iremos tratar acerca da Complexidade, dos Diferentes Níveis de Realidade e do Terceiro Termo Incluído.

## A complexidade

Vivemos em um país que é considerado como sendo polissêmico<sup>6</sup>. Em um mesmo local podemos encontrar pessoas de origem africana, europeia, asiática, etc. Além disso, temos uma diversidade de religiões e culturas inseridas em um mesmo país. Pensemos na infinidade de realidades existentes em uma sala onde se encontram mais de trinta alunos. Sendo assim, o Brasil possui muitos dos problemas do mundo e recursos para poder solucioná-los. Possui extrema desigualdade social e uma população de cerca de 208,4 milhões de habitantes. Para que possamos obter uma política que faça com que o país possa chegar a algum avanço, temos de considerar a existência da complexidade (TRONCA, 2006).

O **pensamento complexo** propugna a **relição** de todos os elementos de uma **ciência fracionada**. Isso seria uma abertura bioantropológica<sup>7</sup> que permitiria ir além do biologismo e do antropologismo. (TRONCA, 2006, p. 12, grifo nosso)

Este pensamento considera o homem como sendo parte e possuindo relação fundamental com o meio ambiente e o metassistema (conjunto organizado da vida e da Física) (TRONCA, 2006).

Se tentarmos pensar que somos seres ao mesmo tempo físicos, biológicos, sociais, culturais, psíquicos e espirituais, é evidente que a complexidade é aquilo que tenta conceber a articulação, a identidade e a diferença de todos esses aspectos, enquanto o pensamento simplificante separa esses diferentes aspectos ou unifica-os por uma redução mutilante. Portanto, nesse sentido, é evidente que a ambição da complexidade é prestar contas das articulações despedaçadas pelos cortes entre disciplinas, entre categorias cognitivas e entretidos de conhecimento. (MORIN, 2001, p.176)

---

<sup>6</sup> Devido a suas mestiçagens e pluralismos.

<sup>7</sup> *Bioantropologia* significa estudos comportamentais e biológicos dos seres humanos.

A complexidade pode possuir o significado de algo que foi tecido de forma inseparável. Este tecido conteria acontecimentos, ações, interações, determinações, acasos, etc. Todos estes constituindo o mundo fenomenal (TRONCA, 2006).

A complexidade não almeja dar todas as informações sobre um fenômeno a ser estudado, mas sim considerar todas suas dimensionalidades e comportando um princípio de incompletude e de incerteza (TRONCA, 2006). De acordo com Edgar Morin, a educação será somente viável quando for uma educação integral do ser humano. Uma educação aberta e não de visões fechadas e já completas. E diz Morin, também, que a educação do futuro exigirá um esforço transdisciplinar capaz de unir ciências e humanidades, rompendo a oposição entre natureza e cultura (MORIN, 2001).

Para termos noção da complexidade dos fenômenos, descreveremos brevemente um pouco da complexidade da natureza. Morin (2002), diz que o Cosmos organiza-se desintegrando-se. Como descreveremos na seguinte citação:

[...] a cosmogênese começa então em microgênese. Essa primeira microgênese permite o desencadeamento das macrogêneses galáctica e astral. As proto-estrelas se constituem por agrupamento gravitacional: o aumento de densidade aumenta o aumento de densidade; esta densidade vira tamanha, no coração dos núcleos astrais, que as colisões entre partículas se multiplicam de maneira cada vez mais violenta até cessar reações termonucleares em cadeia: a partir daí a estrela se ilumina. (MORIN, 2002, p. 66-67)

Como descrito por Morin, o processo de gênese de uma estrela desencadeia-se por uma catástrofe de ruptura de uma nuvem, causando um aumento de densidade até que esta densidade desencadeie um processo de ignição termonuclear, quando ela começará a brilhar e iluminar ao seu redor. Ou seja, da catástrofe veio a gênese de um astro. Nosso Universo é repleto de caos e de desordens, o que desmantelou as crenças de um Universo perfeitamente determinista. “[...] furos, violência e guerra, com implosões e explosões de astros, galáxias, estrelas que se parasitam e devoram de forma canibal... O nosso planeta Terra nasceu deste tumulto” (MORIN, 2002, p.27). Assim, o Cosmos beira à dispersão e à complexificação (TRONCA, 2006).

## Os Diferentes Níveis de Realidade

No início do século XX, a partir da descoberta da quantização, por Max Planck, pudemos pensar que a energia é transmitida de forma discreta, ou seja, descontínua. Cada entidade descontínua da energia foi denominada de *quantum*, que por sua vez



revolucionou a história da Física, dando origem à Mecânica Quântica. Mas, por que falar sobre a Mecânica Quântica? A Mecânica Quântica, a partir de sua teoria de Descontinuidade de Energia, pode colocar em questão o Princípio da Causalidade Local<sup>8</sup>.

A Mecânica Quântica, e após a Física Quântica, tentaram manter a causalidade local, assim como conhecemos no mundo macrofísico. Contudo, as evidências teóricas e experimentais de que um novo tipo de causalidade deveria estar presente na escala quântica eram cada vez mais frequentes. Isto se deu ao observarem que apesar de uma quantidade física ter potencial de assumir diversos valores possíveis, que são afetados por uma probabilidade bem definida, em experimentações se obtinha somente um *resultado observável*. Este ato de medir “[...] obtinha uma natureza obscura mas indicava claramente a existência de um **novo tipo de causalidade**” (NICOLESCU, 2000, p. 15, grifo nosso).

Após sete décadas do nascimento da Mecânica Quântica, o físico irlandês John Bell, em seus estudos, realizou uma demonstração matemática que revolucionou a história da Física. Ele chegou à conclusão de que os fenômenos do mundo macrofísico se diferem dos fenômenos do mundo microfísico. Em sua teoria, em nosso mundo macrofísico, se separarmos dois objetos a uma determinada distância eles irão interagir cada vez menos. Contudo, no mundo microfísico, quântico, as entidades continuam a interagir não importando seu afastamento. Aí entra o conceito da *não separabilidade*. Esta interação “[...] pressupõe uma ligação, um sinal, e este sinal tem, segundo a Teoria da Relatividade de Einstein, uma velocidade limite: a velocidade da luz” (NICOLESCU, 2000, p. 15). Contudo, fica a questão: estas interações poderiam ultrapassar a barreira da velocidade da luz? Se sim, conservaríamos o princípio da causalidade, contudo estaríamos refutando a Teoria da Relatividade. Se não, teríamos de aceitar a existência de um novo tipo de causalidade, uma *causalidade global* (NICOLESCU, 2000).

Assim, a não-separabilidade quântica, proposta por Bell, coloca em dúvida o Princípio da Causalidade Local, e também rompe com o pensamento clássico e

---

<sup>8</sup> A *Causalidade* é denominada a relação que um evento A possui com um evento B. Por exemplo: se não A, então não B. Ou, se A, então B. *Causalidade Local*, por sua vez, designa a crença de que as causas precedem os efeitos, e estão a eles ligados por forças da Física Clássica.

determinista. Além disto, os *quanta* possuem características, por extensão de seus atributos, como posições e velocidades. Assim, a partir das relações de Heisenberg<sup>9</sup> se tornou impossível saber, ao mesmo tempo e com precisão indeterminada, suas velocidades e posições. Ou seja, é impossível determinar precisamente, ou com precisão arbitrária, a posição e a velocidade de uma partícula. Este indeterminismo não é acaso ou imprecisão, mas sim constitutivo, fundamental e irreduzível (NICOLESCU, 2000).

O aleatório quântico é um aleatório construtivo, que tem um sentido: o da construção de nosso próprio mundo macrofísico. Uma matéria mais fina penetra uma matéria mais grosseira. As duas coexistem, cooperam numa unidade que vai da partícula quântica ao cosmos. (NICOLESCU, 2000, p. 17)

Assim, a Física Quântica colocou em dúvida a existência de um único nível de realidade. Sendo esta realidade não apenas uma construção social, consenso de uma coletividade ou um acordo intersubjetivo, mas sim, também uma dimensão trans-subjetiva, onde um simples fato experimental poderia arruinar toda uma teoria científica (NICOLESCU, 2000). Assim, Nicolescu define nível de realidade como

[...] um conjunto de sistemas invariantes sob a ação de um número de leis gerais: por exemplo, as entidades quânticas submetidas às leis quânticas, as quais estão radicalmente separadas das leis do mundo macrofísico. Isto que dizer que dois níveis de Realidades são diferentes se, passando de um ao outro, houver ruptura das leis e ruptura dos conceitos fundamentais (como, por exemplo, a causalidade). (NICOLESCU, 2000, p. 18)

Ou seja, a descontinuidade que se elucidou a partir da realidade da Física Quântica pode se manifestar em outros níveis de realidade, tanto que ela se manifesta. Dois mundos coexistem. A prova é de nossa existência, pois nossos corpos são tanto macrofísicos como quânticos (NICOLESCU, 2000).

#### A lógica do Terceiro Termo Incluído e a Dialética

A lógica do Terceiro Termo Incluído está fundamentalmente baseada na Dialética. A Dialética inicia-se num processo de oposições de ideias, que são denominadas de teses e antíteses. Na interpretação da lógica clássica, estas seriam opostas entre si, ou seja, uma sendo verdadeira a outra obrigatoriamente deveria ser falsa, sendo este denominado *Princípio da Contradição*. Alguns filósofos da tradição

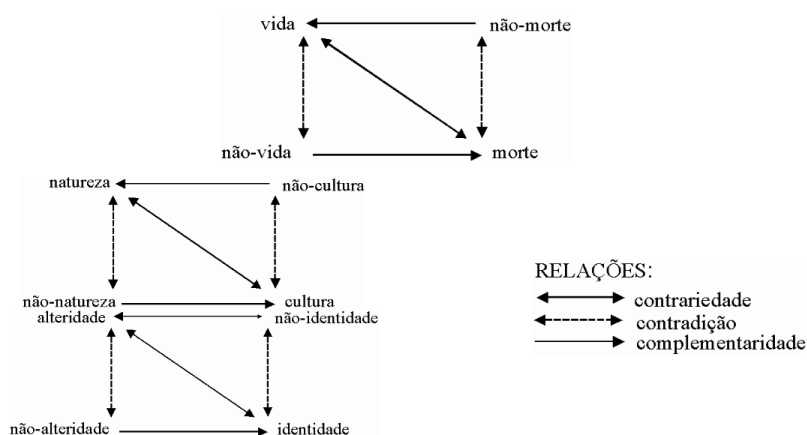
---

<sup>9</sup> Werner Karl Heisenberg foi um físico teórico que recebeu o prêmio Nobel de Física, em 1932, a partir de suas considerações na Mecânica Quântica.

dialética, incluindo Hegel, afirmaram que estas ideias, opostas pelo princípio da contradição, poderiam ser ambas verdadeiras ou ambas falsas (CIRNE-LIMA; LUFT, 2012).

Discussões entre duas tradições filosóficas denominadas de analíticas e platônicas, gerou desconforto, na perspectiva platônica, uma vez que duas afirmações que fossem contrárias não poderiam ser ambas falsas em um mesmo momento determinado. Porém, em no livro de Cirne-Lima e de Luft (2012) chamado de *Ideia e movimento*, os autores confirmam que a discordância entre proposições estaria mais como sendo uma contrariedade, no pensamento hegeliano. Para os autores, a contradição é vista como uma oposição-contrariedade por Hegel. Assim, duas teses contraditórias não poderiam, simultaneamente, serem falsas, mas duas teses contrárias poderiam. Na figura 3, temos a elucidação de três tipos de relações: de contrariedade, de contradição e de complementaridade. As relações de contradição, demonstradas nas linhas pontilhadas, demonstram, de fato, que não podem ser simultâneas (exemplo da vida – não-vida, natureza – não-natureza e alteridade – não-alteridade). Já as relações de contrariedade, representadas pelas linhas contínuas com duas setas uma de cada lado, representam simultaneidades (vida - morte, natureza – cultura, alteridade – identidade). E as relações complementares, como o nome já diz, complementam uma ideia existente (não-vida e morte).

Figura 3 – Exemplificação sobre ideias contrárias e contraditórias.



Fonte: <http://www.filologia.org.br/vicnlf/anais/caderno04-09.html>

Para tratamos das transformações geradas pela física quântica a partir de sua lógica, temos de conhecer os axiomas da lógica clássica:

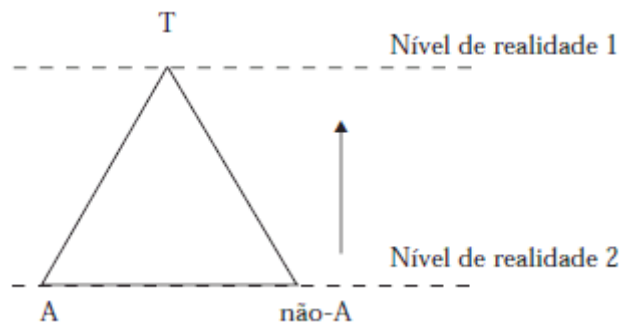
O axioma da identidade: A é A;

O axioma da não-contradição: A não é não A;

O axioma do terceiro excluído: não existe um terceiro termo T que é ao mesmo tempo A e não-A.

A partir dos estudos quânticos houve uma modificação no segundo axioma desta lógica descrita como lógica clássica. A partir de vários valores de verdade tomando o lugar do par A e não A, temos uma modificação, também, no terceiro axioma. A compreensão de que pode haver um terceiro termo T, que pode ser ao mesmo tempo A e não-A, é explicado a partir da introdução de Diferentes Níveis de Realidade. Podemos imaginar isso por meio do diagrama mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Esquema de diferentes níveis de realidade.



Fonte: adaptado de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232010000700080](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232010000700080)

Se estivermos em um nível de realidade, como por exemplo no nível de realidade 2 (da Figura 4), todas as manifestações irão parecer como uma luta entre a dualidade A e não-A (como por exemplo da dualidade onda-partícula). Já ao estarmos no nível de realidade 1, T representa a união das dualidades, onde o que aparecia como A e não-A torna-se T (exemplo do *quantum*).

Mas o que nos interessa, afinal, uma lógica abstrata? Nos interessa, pois a lógica é o instrumento que possui como objeto de estudo as normas da verdade (validade). Assim, por meio dela é possível confrontar diferentes ideias e opiniões. Devemos fazer tal exercício para encontrarmos melhores compreensões das relações entre os indivíduos.

## INDICADORES DE ATITUDES TRANSDISCIPLINARES

Os Indicadores de Atitudes Transdisciplinares são produto da Tese de doutoramento realizada pelo Dr. Celso Pessanha Machado, o qual realizou um

levantamento bibliográfico para listar estes indicadores. Os indicadores servem para identificar atitudes que possam ser consideradas como reveladoras da Transdisciplinaridade. Deste modo, ele analisou artigos científicos, livros de autores mais relevantes na área, entre outras produções, como teses, dissertações e trabalhos apresentados em congressos e seminários. Assim, foram propostos onze indicadores: *pertença ao cosmo, vivência no tempo presente, presença do sagrado, transculturalidade, imaginário e imaginação, diferentes níveis de realidade, transcendência, respeito pelo outro, solidariedade, cooperação e aprender a aprender* (MACHADO, 2016). Iremos descrever o que cada indicador representa nos itens a seguir.

### **Pertença ao Cosmo**

O autor diz que este indicador simboliza a ideia de autoconhecimento como sendo uma porta para o conhecimento do cosmo, havendo uma interligação entre eles. Sendo este indicador importante para um educador transdisciplinar (PAUL, 2002), pois uma educação mais global teria como objetivo preparar os cidadãos para resoluções de problemas locais e globais, podendo assim construir uma sociedade mais justa e tolerante (MACHADO, 2016).

[...] as inserções na comunidade familiar, na comunidade local (a tribo) e na comunidade nacional são etapas preparatórias para a inserção na comunidade global, indicando que a integração na totalidade cósmica se dá primeiro pela integração pessoal dos indivíduos na totalidade, eliminando a arrogância, a inveja e a prepotência. (D'AMBROSIO, 2011, p. 83)

### **Vivência no tempo presente**

Basarab Nicolescu defende a vivência no tempo presente como sendo um elemento chave para a Transdisciplinaridade. Ele considera esse tempo como sendo um tempo vivido, onde o passado e futuro estão contidos simultaneamente. O autor defende esta ideia, pois a humanidade cada vez mais preocupa-se com o futuro, esquecendo-se de viver o presente. “Os homens por pensarem ansiosamente no futuro, esquecem o

presente de tal forma que acabam por não viver nem o presente nem o futuro” (MACHADO, 2016).

### **Presença do sagrado**

A presença do sagrado, para Nicolescu (2011), é identificada como a presença de algo irredutivelmente real no mundo (MACHADO, 2016). D’Ambrósio (2011), também, afirma que muitos comportamentos juvenis estão relacionados a crises de espiritualidade. É um dos indicadores mais difíceis de serem detectados, pois

[...] a manifestação externa da consciência do sagrado pode ser facilmente confundida com a espiritualidade extrínseca. A primeira é uma atitude, enquanto a segunda é um gesto. Mas, como [as almas] são incomunicáveis, é pelos gestos que se alcança saber algo do outro. (MACHADO, 2016, p. 25)

### **Transculturalidade**

Este indicador é proposto por Nicolescu (2011) “[...] mediante a decifração do sentido que as une e, ao mesmo tempo vai além delas” (NICOLESCU, 2011, p. 70). Claro que isto não quer dizer que tenha de haver somente uma cultura, mas sim romper barreiras étnicas, geográficas e outras, permitindo que uma pessoa possa exercer diversos papéis na sociedade, sem sofrer preconceitos. Um exemplo clássico é que as pessoas em geral pensam que se uma pessoa é professora de Física ela deve ser totalmente inibida, ou um gênio. Não. Ela também tem suas culturas e jeitos de ser, limitações e dificuldades, como qualquer outra.

### **Imaginário e Imaginação**

Paul (2002) diz que a imaginação poderia tornar possível um diálogo que foi proposto pela carta da Transdisciplinaridade, pois é um território onde os níveis de realidade podem ser vistos. Este diálogo estaria entre as ciências exatas e as ciências humanas, arte, literatura, poesia e a espiritualidade. Assim, neste diálogo, a imaginação poderia ajudar a construir pontes para sua integração.

[...] a divisão entre real e imaginário não existe na visão transdisciplinar. O real e o imaginário simultaneamente contêm e estão contidos um no outro, e

abrindo-se o embrulho do real encontra-se em algumas dobras o imaginário, e nas dobras imaginárias encontram-se dobradas estruturas do real. (MACHADO, 2016, p. 27)

Assim, para Random (2002), a realidade é definida como um imaginário que cria um campo infinito de possibilidades. Disso decorre a criatividade, onde a imaginação é uma ponte entre o que poderia ser e o que não poderia ser, onde o indivíduo possui a escolha e liberta-se de certezas e causalidades.

### **Diferentes Níveis de Realidade**

Com este indicador temos a não existência de uma verdade absoluta, pois ela irá depender do nível de realidade em que a pessoa está inserida, ou a partir do qual ela emite um julgamento de valor. É considerado como sendo um dos pilares da Transdisciplinaridade, cujas interações entre os diversos saberes possibilita a existência de diferentes níveis de realidade (MACHADO, 2016).

### **Transcendência**

Todas as espécies possuem características próprias para suas sobrevivências, algumas das quais incluem uma preocupação ativa com a sobrevivência dos próprios filhotes e até dos filhotes alheios, incluindo casos raros, mas documentados, de cuidados maternos ou fraternos visando à sobrevivência de animais de outras espécies, contudo, até onde sabemos o ser humano é o único que possui uma característica peculiar denominada de *transcendência*. A transcendência nos permite extrair fundamentos de nossos antepassados, conseguindo projetá-las no futuro utilizando suas principais contribuições (D'AMBROSIO, 2001). Na lógica da Transdisciplinaridade a transcendência seria romper com as barreiras impostas pela lógica disciplinar, trazendo assim, as multiplicidades do conhecimento (MORAES; ALMEIDA, 2013). Estes saberes devem nos servir para dialogar com o sentido da vida a partir destas multiplicidades de conhecimentos.

### **Respeito pelo outro**

D'Ambrosio, em 2001, propôs a *ética da diversidade*, onde o respeito pelo outro aparece como uma forma de respeitar e tolerar o seu diferente. Assim, Moraes (2010) ressalta um novo tipo de metodologia que possa fazer com que os docentes reflitam mais, com o objetivo de superação de dualidades. “Essas novas metodologias transdisciplinares promoverão processos de reconexão, pelos quais o sujeito abrirá canais de comunicação com o Universo, se reconectando com o outro para escutá-lo de maneira atenta e sensível” (MACHADO, 2016, p. 31).

## **Solidariedade**

Este indicador, assim como o indicador respeito pelo outro, foi proposto na ética da diversidade por D'Ambrosio (2001). Ele trata não somente de uma solidariedade em sentido material, mas sim em sentido emocional.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) este tema encontra-se em uma seção de ética, nos temas delineados como transversais. A ideia é de uma solidariedade mais próxima à generosidade, onde o ser deve doar-se desinteressadamente (BRASIL, 1997, p. 69).

Segundo Moraes (2010), as atividades educacionais devem ser pensadas tendo como referência a ética, com o objetivo de que haja sentido nas atividades. A ética não pode ser mais uma teoria, e sim deve ser vivida no cotidiano escolar, centrada na diversidade, no multirreferencial, pautada na solidariedade. (MACHADO, 2016, p. 32)

## **Cooperação**

A cooperação é o terceiro pilar da ética da diversidade. Há muita dificuldade por parte dos educadores, e dos próprios alunos, em realizar atividades de caráter cooperativo, pois

[...] os profissionais tiveram uma formação que privilegiou a especialização, sem que houvesse um preparo para trabalho com grupos cujos integrantes receberam diferente formações, além de que falta tempo para as reuniões de equipe e para as consultas de colaboração. (CRUZ; COSTA, 2015, p. 201)

## **Aprender a aprender**



O aprender a aprender é a capacidade de revermos o que já sabemos e compreender como constituímos estes saberes (MACHADO, 2016).

[...] a humanidade tem que renovar as relações que tem com o planeta, e aprender a aprender as maneiras de lidar com a complexidade, evitando possíveis desastres que comprometam a biosfera, que podem causar mudanças que exigirão que os seres humanos abram mão de conceitos com os quais convivem há muito tempo, pois deve ser considerado que o mecanicismo e o racionalismo moldou o pensamento dominante durante décadas, porém seu ciclo esgotou e já não oferecem soluções viáveis para os problemas da Terra. (MACHADO, 2016, p. 129)

A aprendizagem acontece nas relações com o outro, onde há a abertura para esta relação. Assim, um grupo com diferentes visões deverá realizar conexões por meio da vontade de aprender com o outro, e vice-versa, deixando-se contagiar por algo novo e diferente.

## PARTE 3 - MÉTODO

### ESCOLHA DO MÉTODO PARA A COMPREENSÃO DA REALIDADE

Dos diversos métodos existentes, optamos por utilizar nesta pesquisa o método Crítico Dialético. Este método fornece bases para uma interpretação de cunho dinâmico e totalizante da realidade, pois “[...] estabelece que os fatos sociais não podem ser entendidos quando considerados isoladamente, abstraídos de suas influências políticas, econômicas, culturais etc.” (GIL, 2008, p. 14).

As pesquisas fundamentadas no método crítico dialético se distinguem das pesquisas positivistas, pois as pesquisas positivistas enfatizam os procedimentos de caráter quantitativo. Por a dialética fundamentar-se nas pesquisas qualitativas, o pesquisador deve afirmar com clareza a partir de quais concepções se situa a investigação, e como o objeto de estudo será analisado (LIMA; MIOTO, 2007).

O método dialético necessita de constante revisão e reflexão críticas, pois se está analisando as interpretações pré-existentes do objeto de estudo. Assim, é necessário que o pesquisador revise criticamente alguns conceitos existentes a fim de superar e atribuir novos significados a estes mesmos conceitos.

É, portanto, um estudo aprofundado sobre a produção do conhecimento que envolve concretamente o objeto, e uma análise revolucionária porque a interpretação crítica do objeto adere a ele destrutivamente. (LIMA; MIOTO, 2007, p. 40)

Para a dialética o conhecimento não é uma simples transposição da realidade para o pensamento, mas sim uma reflexão crítica acerca desta realidade, gerando uma síntese. Para isso, o pensamento tem de dialogar com o real a partir de observações do próprio pesquisador. Assim

[...] para se apreender essa realidade como uma totalidade complexa e em movimento faz-se necessária a construção de mediações, de um sistema de mediações. O processo é reflexivo, pois a razão reconstrói o movimento do real para depois realizar o caminho de volta até o objeto, caminho este muito mais rico porque traz consigo novas e múltiplas mediações. (LIMA; MIOTO, 2007, p. 40)

### QUANTO À ABORDAGEM DO PROBLEMA

A presente pesquisa possui um caráter qualitativo, com o viés de analisar o fenômeno estudado a partir de um cenário natural, possuindo diversos métodos humanísticos e interativos de abordagem, de forma a se obter emergências de ideias. Além disto, os pesquisadores possuem papel essencialmente interpretativo do fenômeno estudado, onde suas pré-concepções e suas personalidades estão presentes em todo instante da pesquisa em si. Assim, os pesquisadores elaboraram uma visão holística do que se está estudando, construindo amplas visões do fenômeno e realizando uma intensa reflexão sobre si, em contraste com as situações vivenciadas (CRESWELL, 2007).

Devemos deixar claro que a utilização da pesquisa qualitativa possui especificidades quanto ao seu objeto de estudo, pois ele sempre é histórico (localiza-se temporalmente); possui consciência histórica (não somente os pesquisadores, como também a sociedade que está inserida no contexto podem atribuir sentidos às construções teóricas); nele os pesquisadores identificam-se com o sujeito; é intrinsecamente e extrinsecamente ideológica e essencialmente qualitativa (lembrando que dados quantitativos não são excluídos) (LIMA; MIOTO, 2007).

## NÍVEL DE PESQUISA

Cada pesquisa possui determinados objetivos, assim podemos agrupá-las em três níveis de pesquisas: descrição, classificação e explicação. Nesta pesquisa optamos por utilizar um estudo do estilo explicativo, pois as pesquisas explicativas possuem características de registrar, analisar, interpretar e identificar as causas dos fatos observados ou estudados. Além disso, ela visa às relações de hipóteses e gerações de hipóteses ou ideias por deduções lógicas (LAKATOS; MARCONI, 2007). Ela exige maior concentração em sínteses, teorizações e reflexões acerca do fenômeno estudado, para poder identificar fatores que possam contribuir para a ocorrência de tais fenômenos. É um tipo mais complexo e delicado de investigação, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente (GIL, 2008, p. 28).

## DELINEAMENTO DA PESQUISA

Após a formulação do problema, passamos a assumir um caráter mais sistemático e coordenado a partir de proposições. Assim, tornou-se necessário fazer uma equiparação entre as visões teóricas do problema com os dados que serão analisados – o que se chama delineamento de uma pesquisa.

O delineamento refere-se ao planejamento da pesquisa em sua dimensão mais ampla, envolvendo tanto a sua diagramação quanto a previsão de análise e interpretação dos dados. Entre outros aspectos, o delineamento considera o ambiente em que são coletados os dados, bem como as formas de controle das variáveis envolvidas. (GIL, 2008, p. 49)

Existe uma variedade de delineamentos de pesquisa, contudo os pesquisadores devem se adequar ao que mais se identifica com seu objetivo de estudo. Neste caso, optamos por utilizar uma pesquisa bibliográfica, devido ao tema (Ensino de Cosmologia) não ser um conteúdo obrigatório nas escolas. Como, pelo tempo de que dispomos, ficaria inviável encontrar escolas que trabalhassem o tópico com seus alunos, optamos por analisar documentos bibliográficos abordando o assunto.

### Pesquisa Bibliográfica

Devido ao argumento mencionado acima, optamos por utilizar uma pesquisa bibliográfica que possuirá uma natureza explicativa do fenômeno que será estudado. A pesquisa bibliográfica por vezes se confunde com a revisão de literatura, que é utilizada como pré-requisito em todos os tipos de pesquisas. Contudo, a pesquisa bibliográfica diferencia-se da revisão de literatura, pois aquela possui um procedimento mais complexo e que objetiva encontrar soluções ao problema estudado.

Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre determinado assunto, com o objetivo de permitir ao cientista ‘o reforço paralelo na análise de suas pesquisas ou manipulações de suas informações’ (TRUJILLO, 1974, p. 230, apud, MARCONI; LAKATOS, 2007, p. 44)

Ela é desenvolvida a partir de materiais que já existem, como livros, artigos científicos, dissertações, teses, etc. A vantagem de se utilizar este procedimento de pesquisa está na possibilidade de investigação mais ampla do que se poderia investigar diretamente. Como por exemplo:

[...] seria impossível a um pesquisador percorrer todo o território brasileiro em busca de dados sobre a população ou renda per capita; todavia, se tem à sua disposição uma bibliografia adequada, não terá maiores obstáculos para contar com as informações requeridas. (GIL, 2008, p. 50)

Por isso optamos por este tipo de pesquisa, pois como dito anteriormente, não sabemos quais escolas abordam o tema Cosmologia, pois este não faz parte do currículo de muitas instituições de ensino. Mesmo sendo realçada sua importância pela LDB e os PCN.

Todavia, devemos tomar cuidado ao realizarmos uma pesquisa do tipo bibliográfica, pois a qualidade de nossa pesquisa pode ser comprometida devido ao fato de as fontes poderem apresentar dados equivocados da realidade, ampliando esses erros. Para que isto não ocorra devemos prestar muita atenção ao analisar em profundidade como estas informações foram obtidas, e utilizar fontes confiáveis.

As etapas desta pesquisa foram baseadas em três livros distintos, pois surgiu a necessidade de complementação de algumas etapas que foram supridas por estes três materiais. Os livros são: *Métodos e Técnicas da Pesquisa Social*, de Antônio Carlos Gil, 2008; *Metodologia do Trabalho Científico*, de Marina de Andrade Marconi e Eva Maria Lakatos, 2007; e *Métodos e Técnicas de Pesquisa Bibliográfica*, de Ângelo Domingos Salvador, 1977. Além destes três livros, o artigo *Procedimentos Metodológicos na Construção do Conhecimento Científico: a Pesquisa Bibliográfica*, de Telma Cristiane Sasso de Lima e Regina Célia Tamasso Miotto, 2007, contribuiu bastante, pois além de possuir as etapas da pesquisa bibliográfica, as pesquisadoras descrevem o método crítico dialético em uma pesquisa deste caráter.

Assim, a partir da leitura dos percursos destes livros e do artigo, foi possível perceber que os dois primeiros se assemelham no delineamento da pesquisa, contudo são muito objetivos, o que não se assemelha às pesquisas do ramo qualitativo, pois estas consideram vários fatores que não podem ser excluídos (como o contexto e a não-neutralidade dos pesquisadores) e que se caracterizam por serem mais subjetivos. Já o terceiro livro, de Salvador, se distingue, pois utiliza uma abordagem um pouco mais subjetiva, com etapas mais abertas a serem escolhidas pelo pesquisador, adequando-as melhor aos seus objetivos de pesquisa. A partir disto, como esta é uma pesquisa crítica

dialética, por que não utilizar este método para definir as próprias etapas da pesquisa bibliográfica?

A partir das contribuições destas obras, a pesquisa bibliográfica foi descrita desde a síntese realizada, sendo dividida em sete etapas, sendo estas descritas a seguir. Vale ressaltar que de acordo com as demandas dos pesquisadores, as etapas que estavam definidas teoricamente passaram por um processo de otimização. Portanto, a ordem da realização das etapas foi modificada.

## **4 - A PESQUISA**

### **FORMULAÇÃO DO PROBLEMA**

Para a formulação do problema os pesquisadores têm de escolher um assunto que seja capaz de conduzir a uma pesquisa bibliográfica valorosa. Assim, alguns critérios foram considerados: o assunto ser do interesse dos pesquisadores, possuir relevância prática e teórica, ser adequado à qualificação dos pesquisadores, possuir material suficiente para a pesquisa e os pesquisadores devem dispor de tempo para o desenvolvimento da pesquisa (GIL, 2008). Todavia, somente a escolha de um assunto não é suficiente para se realizar uma pesquisa bibliográfica. Temos de colocá-lo em termos de um problema que possa ser resolvido, sendo decorrente das vivências e experiências dos pesquisadores. Além disso, o problema tem de ser viável, e não amplo ao extremo, pois ficaria inviável solucioná-lo.

Assim, atendendo aos parâmetros acima, ficou definido como problema de nossa pesquisa explicar como o Ensino de Cosmologia pode contribuir no desenvolvimento de atitudes Transdisciplinares nos alunos.

### **IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES E LOCALIZAÇÃO DAS FONTES**

Esta etapa consistiu na identificação das possíveis fontes que pudessem responder ao problema de pesquisa. Assim, os pesquisadores utilizaram livros, artigos, dissertações, teses, etc. A partir dessas produções foram realizados os levantamentos de sumários, resumos e índices para a verificação das referências dos materiais acerca do tema a ser pesquisado (MARCONI; LAKATOS, 2007). A localização foi feita a partir de bibliotecas, busca na web, etc.

### **LEITURA DO MATERIAL**

A leitura do material foi realizada em acompanhamento a um diário de pesquisa, com a finalidade de desenvolver uma

[...] rigorosidade metódica (FREIRE, 1995) que fertiliza o potencial emancipatório das aprendizagens que resultam das múltiplas implicações entre a ação, a reflexão, a emoção e o registro mobilizados no processo de sua elaboração. (FREITAS; MACHADO; RODRIGUES, 2013, p. 4)

Contudo, esta leitura é um tipo diferenciado de leitura, portanto algumas considerações foram levadas em conta, como identificar as informações e os dados dos materiais, estabelecer relações entre esse material e dados do problema proposto, analisar a consistência dessas informações e dados apresentados pelos autores (GIL, 2008). Assim, nesta etapa, foram realizadas diferentes leituras desses materiais selecionados: *leitura exploratória* (leitura do sumário, o prefácio e a introdução) e a *leitura seletiva* (um pouco mais aprofundada das partes que interessam, não o livro integralmente).

Assim, enquanto os materiais eram lidos o diário de pesquisa auxiliava na anotação de partes que eram pertinentes para a posterior construção lógica do trabalho. Quando os pesquisadores evidenciavam um trecho interessante no material lido, o trecho era colocado no diário. Isto facilitou a etapa de redação do texto e a elaboração do plano de trabalho.

Estas etapas foram divididas em duas, pois antes de realizarmos uma busca acerca de possíveis indícios da Transdisciplinaridade no Ensino de Cosmologia, nada mais justo do que realizar uma intensa impregnação acerca da teoria transdisciplinar. Assim, a partir da leitura exploratória e da leitura analítica acerca da Transdisciplinaridade, pudemos partir para a leitura dos trabalhos selecionados acerca do Ensino de Cosmologia traçando os seus perfis, bem como verificar suas possíveis contribuições para a pesquisa. A seguir são detalhados os procedimentos utilizados na seleção dos materiais para posterior análise.

#### Materiais lidos acerca da Transdisciplinaridade

Para uma melhor impregnação da teoria, bem como construir um plano para a redação do texto, foram realizadas leituras de diferentes tipos de matérias como livros,



artigos e uma Tese em específico. Estes materiais serão descritos a seguir, em conjunto com um breve resumo do que é tratado.

Livro 1 – O manifesto da Transdisciplinaridade.

Escrito por Basarab Nicolescu, se trata sobre suas principais ideias, objetivos e relações com a Física.

Livro 2 – Educação e Complexidade: os sete saberes e outros ensaios.

Este livro foi escrito por Edgar Morin, e traz considerações acerca da presença da Complexidade em nossa sociedade, assim como uma ruptura cultural, fazendo-se necessário uma nova atitude.

Livro 3 – Transdisciplinaridade em Edgar Morin.

Este livro foi escrito por Dinorah Sanvito Tronca, trazendo as principais ideias acerca do pensamento de Edgar Morin para a Transdisciplinaridade.

Livro 4 – Transdisciplinaridade: a natureza íntima da educação científica.

Este livro foi escrito pelos professores João Bernardes da Rocha Filho, Nara Regina Basso e Regina Maria Rabello Borges, tratando da busca da essência da Transdisciplinaridade, trazendo um enfoque espiritual e complexo acerca de alguns conceitos científicos.

Tese - Indicadores de transdisciplinaridade: ensaio da identificação e evidências na narrativa e atuação de professores de ciências e matemática.

A tese escrita por Celso Peçanha Machado, onde propõe indicadores de atitudes transdisciplinares e nos traz uma reflexão acerca da manifestação destas atitudes por professores que foram sujeitos de pesquisa neste trabalho.

Materiais encontrados na BDTD

A busca realizada na BDTD se deu a partir da seguinte expressão-chave: “ensino cosmologia”. A partir da busca realizada, com a opção de todos os campos, foram encontrados 181 trabalhos. Contudo, ao analisar o conteúdo destes trabalhos a partir de seus resumos, foi evidenciado que muitos dos trabalhos divergiam acerca da área de

ensino e educação. Assim, destes 181 resultados conseguimos filtrar 9 trabalhos, sendo 8 dissertações e 1 tese, que foram salvos em uma pasta denominada de *dissertações e teses BDTD*, sendo renomeados de acordo com o nome do autor, tipo de trabalho (tese ou dissertação) e ano de publicação.

A partir de uma primeira leitura inicial (resumos e introduções), pudemos caracterizar estes documentos no intuito de descobrir e selecionar os materiais que continham possíveis indicadores que atenderiam o nosso objetivo de pesquisa.

A partir desta primeira leitura pudemos identificar em quais destes trabalhos haviam possíveis manifestações de atitudes transdisciplinares a partir da abordagem do tema Cosmologia no ensino. Essa leitura foi importante no sentido de trazer mais detalhes dos materiais selecionados para verificar sua relevância para a análise mais profunda que foi realizada posteriormente.

#### Caracterização dos trabalhos da BDTD

No Quadro 3 aparecem as informações sintetizadas dos trabalhos 1 ao 9, com exceção do trabalho 7 que não elucidou a presença de indicadores transdisciplinares.

Quadro 3: Informações sintetizadas dos Trabalhos analisados.

Código do trabalho	TR1/BDTD	TR2/BDTD	TR3/BDTD	TR4/BDTD
Possíveis presenças de indicadores	<i>Presença do sagrado, imaginário e imaginação, níveis de realidade, respeito pelo outro.</i>	<i>Transculturalidade, pertença ao cosmos, transcendência, respeito pelo outro e cooperação.</i>	<i>Complexidade, imaginário e imaginação, pertença ao cosmo, solidariedade, respeito pelo outro, transcendência, diferentes níveis de realidade.</i>	<i>Terceiro termo incluído.</i>
Tipo de trabalho	Dissertação	Dissertação	Dissertação	Dissertação
Ano	1996	2005	2010	2010

Tipo de intervenção de ensino	Foi trabalhada a união entre visões científicas e religiosas por meio de debates em aula.	Foi realizado um trabalho de produção de textos de acordo com a Cosmologia da tribo e feito uma análise das palavras utilizadas.	Utilizado um tema transversal de ensino, devido à crítica do autor sobre a fragmentação do Ensino de Física.	Trazendo episódios da história da Ciência, o professor trabalhou a construção dos modelos cosmológicos com seus alunos.
observações	Não são trazidas falas de alunos.	Trabalho de uma professora da área de letras.	Traz falas dos alunos em seu trabalho.	Traz falas de alunos.
Código do trabalho	TR5/BDTD	TR6/BDTD	TR8/BDTD	TR9/BDTD
Possíveis presenças de indicadores	<i>Diferentes níveis de realidade, complexidade, presença do sagrado, terceiro termo incluído.</i>	<i>Imaginário e imaginação, diferentes níveis de realidade, complexidade, aprender a aprender, presença do sagrado, transcendência.</i>		<i>Terceiro termo incluído, diferentes níveis de realidade.</i>
Tipo de trabalho	Dissertação	Dissertação	Tese	Dissertação
Ano	2011	2014	2015	2016
Tipo de intervenção de ensino	Trabalhou com linguagem e história da Ciência com seus alunos, incluindo discussões	Foram trabalhadas construções do conhecimento científico por meio de investigações com os alunos.	O autor trabalhou com episódios controversos de modelos cosmológicos com seus alunos, a fim de produzir uma visão	A autora trabalhou com resoluções de problemas com seus alunos, envolvendo

	acerca de episódios da história da Astronomia.		consensual da Cosmologia.	debates de temas controversos.
observações	Pesquisa com alunos de graduação.	-----	Traz falas de alunos.	Traz falas de alunos.

Fonte: os autores.

### Materiais encontrados no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES

A busca realizada neste repositório se deu a partir das seguintes palavras-chaves: “ensino” e “cosmologia” totalizando cerca de 986.859 resultados. Utilizando os filtros de área de conhecimento em ensino e ensino de ciências e matemática, os resultados se reduziram a 2.485. Ao se filtrar o nome de programas de pós-graduação para programas com enfoque em ensino foram reduzidos a 1.923 resultados. Ao se realizar o auxílio de busca em todas as páginas todos os trabalhos que obtinham em seu título Ensino de Cosmologia, foram selecionados um total de 7 trabalhos.

Destes trabalhos, 6 eram dissertações e 1 era uma tese. Porém, como esperado, alguns trabalhos eram semelhantes aos encontrados na BDTD, assim reduzindo o número de resultados da busca. Portanto, no banco da CAPES temos um total de 4 trabalhos.

O mesmo processo realizado nos trabalhos do BDTD foi realizado para estes materiais.

### Caracterização dos trabalhos do banco da CAPES

No Quadro 4 aparecem as informações sintetizadas a partir do Trabalho 10.

Quadro 4: Informações sintetizadas dos Trabalhos.

Código do trabalho	TR10/CAPES	TR11/CAPES	TR12/CAPES	TR13/CAPES
Possíveis presenças de indicadores	<i>Terceiro termo incluído, presença do sagrado, complexidade.</i>	<i>Diferentes níveis de realidade, presença do sagrado.</i>	<i>Não houve.</i>	<i>Não houve.</i>

Tipo de trabalho	Dissertação	Dissertação	Dissertação	Dissertação
Ano	2011	2012	2015	2016
Tipo de intervenção de ensino	Buscou utilizar teorias contemporâneas que abordassem a origem do Universo para instigar os alunos a participarem de discussões, bem como apresentar divergências nas teorias científicas.	O professor utilizou da Cosmologia para inserção de Física moderna e contemporânea, discutindo episódios desde a mitologia grega à atualidade.		
observações	Trouxe falas dos alunos.	Traz falas de alunos.		

Fonte: os autores.

A partir da caracterização de todos os trabalhos selecionados nos dois repositórios, pudemos realizar uma segunda seleção considerando somente os trabalhos que apresentaram possíveis presenças de indicadores de transdisciplinaridade que vieram a fazer parte da construção lógica do trabalho. Por fim, foram selecionados os trabalhos TR1/BDTD, TR3/BDTD, TR4/BDTD, TR5/BDTD, TR6/BDTD, TR8/BDTD, TR9/BD, TR10/CAPES e TR11/CAPES.

#### ELABORAÇÃO DO PLANO DE TRABALHO

A partir da leitura analítica (ordenação e sumarização das informações com a possibilidade de respostas ao problema pesquisado, ordenação e síntese) pudemos elaborar uma coleção de itens que foram ordenados em seções correspondentes ao desenvolvimento da pesquisa. Estas seções constituíram-se em uma introdução, desenvolvimento e uma conclusão - resumo completo da argumentação da parte anterior (MARCONI; LAKATOS, 2007).

#### CONSTRUÇÃO LÓGICA DO TRABALHO

Esta etapa consiste na “[...] organização das ideias que buscam atender aos objetivos ou testar as hipóteses de trabalho para que ele possa ser entendido como uma unidade dotada de sentido” (GIL, 2008, p. 77). A partir da leitura interpretativa (ocorre em conjunto, às vezes, com a leitura analítica estabelecendo-se relações dos conteúdos com as fontes pesquisadas amplamente) pudemos estabelecer o plano definitivo, em conjunto com a análise e a interpretação.

A fase da análise e interpretação se fixa no estabelecimento de relações dos elementos essenciais que foram gerados a partir da decomposição das obras estudadas. Podendo ser agrupadas por associações, oposições ou por semelhanças.

A partir da análise crítica dialética surgiu uma síntese integradora que consistiu na reflexão e proposição de soluções a partir do material estudado ao longo da pesquisa (LIMA; MIOTO, 2007). Os materiais analisados em conjunto com o referencial teórico compuseram “[...] a base de sustentação da reflexão que o pesquisador deve apresentar” (LIMA; MIOTO, 2007, p. 44).

## REDAÇÃO DO TEXTO

Esta etapa é a expressão literária de todo o raciocínio envolvido ao longo da pesquisa. Este texto foi redigido com base no plano definitivo realizado na etapa anterior (SALVADOR, 1986). O texto redigido que responde ao objetivo principal de nossa pesquisa foi dividido em duas grandes seções: “*Uma nova atitude perante o mundo pós-moderno: a Transdisciplinaridade*” e “*O Ensino de Cosmologia no desenvolvimento de atitudes Transdisciplinares nos alunos*”. Assim, abaixo estão elucidadas nossas reflexões, interpretações e a análise final desta pesquisa.

## 5- UMA NOVA ATITUDE PERANTE O MUNDO PÓS-MODERNO: A TRANSDISCIPLINARIDADE

### CARACTERÍSTICAS DA ERA PÓS-MODERNA A PARTIR DO LIVRO *A VIDA FRAGMENTADA*, DE ZYGMUNT BAUMAN

Nós nos deparamos permanentemente com escritos que retratam o tempo pós-moderno no qual vivemos, contudo, inúmeras são as confusões no emprego do termo. Assim, com embasamento teórico da obra *A vida fragmentada* de Zygmunt Bauman, optamos por descrever as principais características que retratam este período.

Zygmunt Bauman foi um sociólogo e filósofo polonês tornando-se conhecido por suas obras que tratam sobre análises do consumismo pós-moderno. Em seu livro *A vida fragmentada*, trata sobre a ética da pós-modernidade, valendo ressaltar que o sentido de ética para Bauman está relacionado ao sistema, não como sendo uma escolha individual; e a moral, por sua vez, vem no sentido de ética como sendo uma escolha individual.

Uma das características explícitas por Bauman acerca da modernidade está fundamentada em nossas escolhas morais. No período anterior à pós-modernidade – a era moderna-, nós podíamos construir nossas escolhas morais com bases em sistemas de regras, que nos davam visões de bem e mal claramente estipuladas (religiões, sistemas políticos, etc). Contudo, na pós-modernidade, com o desaparecimento de princípios e verdades universais, o indivíduo acabou por tornar-se responsável por suas escolhas. Estas escolhas, na visão pós-moderna, são de caráter dualista, trazendo consigo situações favoráveis e desfavoráveis, dependendo do lado a ser assumido. Assim, torna-se mais fácil seguir modelos éticos, pois afinal as consequências são mais fáceis de serem aceitas.

Outra característica importante desta era é sua globalidade. Na modernidade pensou-se que a autoridade da razão seria para todos, daí a criação de leis e teorias universais. Contudo, na pós-modernidade temos a noção de globalidade que se reflete na globalização do mundo. Para Bauman, a globalização é

[...] simples aceitação resignada do que se passa lá fora; um sentimento ao qual se mistura sempre a amargura da capitulação, ainda que adoçada pelas exortações auto-reconfortantes do tipo <<se não podes vencê-los, junta-te a eles>>. (BAUMAN, 1995, p. 34)

A felicidade descrita na obra confunde-se com um modo de vida desenvolvido, relacionado a um *rolo compressor*. As pessoas se converteram em mão de obra a partir do surgimento do mercado de trabalho e da obsolescência das tradições e sabedorias pessoais, assim nasceram os especialistas, como salienta Bauman

Por toda a parte por onde o rolo compressor passa, o saber-fazer desaparece, para ser substituído pela escassez de competências; surge o mercado do trabalho mercador onde outrora os homens e mulheres viviam; a tradição torna-se um lastro pesado e um fardo dispendioso; as utilidades comuns transformam-se em recursos subaproveitados [...]”. (BAUMAN, 1995, p. 41)

Assim, com o surgimento dessas especialidades, as pessoas *comuns*<sup>10</sup> começam a depender cada vez mais das pessoas que possuem estas especialidades - os especialistas. Sentem-se perdidas, pois afinal não controlam, não produzem, não compreendem e nem veem os processos acontecendo, enquanto um mundo oculto começa a emergir. Essa ideia está atrelada ao conceito de desenvolvimento, para Bauman, onde a medida de desenvolvimento seria o consumo dessas pessoas. Quanto maior for o consumo, maior será a felicidade<sup>11</sup> das pessoas.

As ideias modernas baseavam-se no cumprimento de ordens e deveres, e da criação. Já na pós-modernidade estamos em uma era de desregulação e de reciclagem, sendo o novo o velho reciclado. A confiança em crenças religiosas e políticas começou a ruir a partir da quantidade enorme de informações, as quais temos o poder de possuir. Assim, a confiança passou a agir em segundo plano, onde desconfiamos, até mesmo, de nossa própria sombra.

Outra questão está na construção de identidade. Na modernidade tínhamos como um dos problemas a construção de nossa identidade, mas após sua construção esta se mantinha sólida e imutável. Na pós-modernidade o problema está em como torná-la sólida, pois tão grande é a liquidez de informações que acabamos por deixá-la em aberto, evitando certos compromissos (ou serão punições?). A verdade, na pós-

---

<sup>10</sup> Comuns no sentido de não serem especializadas em alguma área que se enquadra no padrão de especialidades.

<sup>11</sup> Esse conceito, para Bauman diz respeito à satisfação das pessoas.



modernidade, está sempre muito mais além do espaço e do tempo, trazendo inúmeras incertezas.

A obsolescência é uma característica central da era pós-moderna, onde as pessoas e as coisas não possuem mais solidez no mundo da obsolescência programada. Empregos para toda a vida desapareceram, assim como as profissões.

Neste mundo, não só desapareceram os empregos para toda a vida, mas também as actividades e profissões, que adquiriram o hábito desconcertante de aparecer de parte nenhuma e desaparecer sem aviso prévio, só dificilmente podem ser vividas como «vocações» weberianas (e como que para deitar mais sal na ferida, a procura das competências requeridas para praticar as profissões em causa raramente dura tanto como o tempo que foi necessário à sua aquisição — como a maior parte dos estudantes acabam por descobrir para seu desespero). (BAUMAN, 1995, p. 95)

Acerca dessas características da pós-modernidade surge o questionamento: o fato é que estamos educando nossos alunos para um futuro incerto, então onde se encontra sentido em os educarmos com verdades inquestionáveis ou para profissões que amanhã poderão desaparecer?

## A OBJETIFICAÇÃO DO SER HUMANO E O REDUACIONISMO CIENTÍFICO: REFLEXOS NAS PRÁTICAS DOS PROFESSORES

A partir da separação de Ciência e cultura humanística era imprescindível que ocorresse uma separação entre sujeito e objeto, eliminando-se a subjetividade (TRONCA, 2006). Assim, observadores/sujeitos que contemplassem um mesmo fenômeno em diferentes situações, deveriam chegar aos mesmos resultados objetivos, ignorando-se as condições socioculturais do momento (MORIN, 2007). Sendo assim, a partir desta visão absoluta de natureza pode-se dizer que o homem e a história são considerados assolados.

Uma analogia curiosa apresentada por Nicolescu (1999), acerca do desenvolvimento científico, nos traz reflexões referentes à exploração da Natureza e das relações de feminilidade na organização social. Em sua analogia, ele associa a Natureza como sendo uma espécie de amante para os homens que a exploram. Podendo ser penetrada, dominada e conquistada (Figura 5b). Ainda salienta “Sem cair na tentação de uma psicanálise do cientificismo, somos obrigados a constatar que os escritos cientificistas do século XIX sobre a Natureza estão repletos de alusões sexuais das mais

desenfreadas” (NICOLESCU, 1999, p. 22). A partir de uma civilização baseada em conquistas e dominações é de se esperar que a feminilidade seja negligenciada (Figura 5a).

Figura 5: Representações artísticas acerca da violência contra a mulher e da exploração do mundo pelos homens.



Figura 5a, temos a representação de uma deusa indiana – Saraswati - representada com machucados no rosto. Essa imagem foi modificada pelo grupo *Save our sisters*, na prevenção do tráfico de mulheres com a finalidade de exploração sexual. Na Índia, ainda 68 % das mulheres são vítimas de violência doméstica.

Fonte:

<https://www.exaltedmysticunion.com/support-peace.html>.

Figura 5b, temos a pintura *El Reparto* de Gustavo Alamón. Essa pintura retrata uma denúncia à desumanização da sociedade tecnológica atual, onde vários homens robôs estão repartindo um globo azul, que simboliza o planeta Terra.

Fonte: <http://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2013/04/exposicao-de-pinturas-em-brasilia-critica-sociedade-tecnologica.htm>

A Ciência repousava sobre pilares de certeza: ordem, regularidade, constância e determinismo absoluto, e seu valor de prova era fornecido pela indução e dedução. Esses pilares eram viáveis a partir de uma grande ideia baseada na existência de somente um nível de realidade<sup>12,13</sup> e de verdades imutáveis (NICOLESCU, 1999). Contudo, a partir do reconhecimento da existência de um jogo dialógico de realidades, esses pilares começaram a entrar em estado de desintegração (MORIN, 2007).

René Descartes - filósofo, físico e matemático francês, considerado o pai do racionalismo - concluiu que para entendermos algo amplo teríamos de separar suas partes e estudá-las isoladamente. A partir dessa ideia, um modelo de compreensão de

---

<sup>12</sup> Realidade, para Nicolescu, é aquilo que resiste às nossas experiências de vida, representações, descrições, imagens ou formalizações matemáticas. Não é apenas construção social, consenso ou acordo intersubjetivo, mas também subjetivo, onde a aparição de um simples fato poderia arruinar toda uma teoria científica.

<sup>13</sup> Nível de realidade é um conjunto de sistemas invariantes sob a ação de um número de leis gerais. Há diferenças entre níveis de realidades se ao passarmos de um nível ao outro houver ruptura dessas leis gerais.

realidade fundamentado na fragmentação dos saberes impera até hoje no modelo educacional brasileiro.

A fragmentação, além de causar um abismo entre as disciplinas, origina um afastamento da realidade. A partir desta fragmentação disciplinar as especialidades foram surgindo, e as visões críticas e a criatividade foram sendo deixadas ao largo (TRONCA, 2006). Essa cultura científica de especialização tende a fechar-se sobre si, trazendo para os cidadãos e especialistas de outras áreas, uma visão esotérica.

O saber em si mesmo cresce de forma exponencial e não pode ser abarcado por nenhum espírito humano. Através deste fantástico desenvolvimento da cultura científica, assiste-se a uma perda da reflexividade sobre o futuro da ciência e a natureza da ciência humana. (MORIN, 2007, p. 59)

Quando obtemos uma privação de saberes somada a uma vulgarização midiática, temos um problema denominado de democracia cognitiva. “Torna-se efetivamente impossível democratizar um saber fechado e esoterizado por sua própria natureza” (TRONCA, 2006, p. 73). As competências democráticas regridem a partir do momento em que temos uma política mais técnica, uma sociedade dominada pela tecnociência.

É urgente uma reforma do pensamento com a finalidade de que compreendamos que um dos problemas enfrentados pela educação e pela pesquisa é que esta se encontra reduzida a quantidades, mascarando a dificuldade central, que está na inabilidade de reforma de instituições sem se reformar as mentes, assim como não podemos reformá-las sem previamente reformarmos as instituições. Problema semelhante ao colocado por Marx, sobre quem educaria os educadores (MORIN, 2007). Tronca (2006) faz uma analogia do sistema educacional com um sistema termodinâmico: um sistema aberto implica em transformações de energia e complexidades de diferentes níveis. Um sistema educacional, que é fechado, impede essa troca de energia entre o meio, professor/aluno, alunos entre si e com o meio.

## O PAPEL DAS INCERTEZAS NA CONTRIBUIÇÃO DE UMA VISÃO MAIS COMPLEXA DE ENTENDER O MUNDO

A partir do surgimento de teorias científicas em que prevalecem incertezas, foram descobertos conflitos nas organizações de nosso universo, que tinham por base

---

uma ideia determinista acerca da ocorrência dos fenômenos da Natureza. As principais teorias que citam Morin (2007) e Nicolescu (1999) estão relacionadas com a descoberta da Mecânica Quântica, fundada a partir da primeira metade do século XX por diversos físicos que trabalharam exaustivamente com experimentações e teorizações acerca do comportamento da matéria em um nível subatômico.

Iniciaremos por Max Planck que, por volta de 1900, contribuiu para uma descoberta que lhe causara um drama interior: a necessidade da descontinuidade na quantização da energia. Vale ressaltar que a descontinuidade já tinha surgido a partir de ideias propostas por Albert Einstein, Hendrik Lorentz, entre outros. Planck mesmo, não acreditava ser possível essa descontinuidade, tanto que em seus escritos anteriores considerava a distribuição de energia de forma clássica e contínua. Contudo, foi necessário incrementar a descontinuidade em sua teoria devido a necessidade de dar entendimento aos resultados de experimentações realizadas com ressonadores, onde fora evidenciado que o aparelho somente respondia a energias múltiplas de um número inteiro<sup>14</sup> (STUDART, 2001). Planck, em 1908, envia a Lorentz uma carta descrevendo essa descontinuidade

[A excitação dos ressonadores] não corresponde à conhecida lei do pêndulo simples; pelo contrário, existe um certo limiar; o ressonador não responde a todas excitações muito pequenas; e se responde as maiores, o faz somente de modo que sua energia seja um múltiplo inteiro do elemento de energia  $h\nu$ , tal que o valor instantâneo da energia é sempre representado por tal múltiplo inteiro. (STUDART, 2001, p. 532)

Como compreender que essas descontinuidades poderiam acontecer? Isso implica imaginarmos que entre um ponto e outro exista o nada? Colocar a ideia de continuidade e a objetividade clássica<sup>15</sup> em questionamento significaria que a causalidade local<sup>16</sup> também entraria nesse mesmo dilema (NICOLESCU, 1999), pois se conservarmos esta causalidade, as interações quânticas deveriam ultrapassar a velocidade da luz, o que colocaria em risco a teoria da Relatividade. Entretanto, se

---

<sup>14</sup> Para mais informações consultar o artigo “A Invenção do Conceito de Quantum de Energia segundo Planck” (STUDART, 2001).

<sup>15</sup> A objetividade clássica determina a ausência de conexões não locais.

<sup>16</sup> Causalidade Local designa a crença de que as causas precedem os efeitos, e estão a eles ligados por forças da Física Clássica.

aceitarmos uma nova causalidade, uma causalidade global<sup>17</sup>, esse risco não ocorreria (NICOLESCU, 1999).

Outra descoberta importante a partir da ideia de descontinuidade proposta pela Mecânica Quântica encontra-se na não-localidade. Na Física Clássica, as ações são transmitidas de maneira local, havendo uma continuidade na ação dos fenômenos. Contudo, com o surgimento da Mecânica Quântica foi sendo percebido que estas ações aconteciam a distância e simultaneamente. A partir dessa não-localidade surge o conceito de não separabilidade, que pode ser pensado a partir do experimento realizado pelo físico John Stuart Bell, que descreve efeitos não locais em um sistema de partículas que ao serem separadas, não importando sua distância, possuiriam comunicação instantânea (alterando-se o spin <sup>18</sup>de uma, imediatamente se alteraria o spin da outra partícula).<sup>19</sup>

A Física Quântica foi a ruína do determinismo, ressaltando que esse indeterminismo não significa, de maneira alguma, acaso ou imprecisão. A aleatoriedade da Física Quântica é construtiva.

[...] a física e a cosmologia quânticas nos mostram que a complexidade do Universo não é a complexidade de uma lata de lixo, sem ordem alguma. Uma coerência atordoante reina na relação entre o infinitamente pequeno e o infinitamente grande. (NICOLESCU, 1999, p. 48)

Nicolescu (1999) coloca em dúvida a existência de somente um nível de realidade. O surgimento de diferentes níveis de realidades nos faz questionar nossa vida individual e social, fazendo uma releitura dos conhecimentos anteriores e explorar conhecimentos novos (TRONCA, 2006). A partir de incertezas não temos uma regressão do pensamento, mas sim uma contribuição para o surgimento de um pensamento mais rico e complexo (TRONCA, 2006). Mas, do que trata a complexidade?

Vamos adentrar acerca do conceito de complexidade, pois este é de vital importância para se compreender a Transdisciplinaridade. Para Tronca (2006) e Morin (2007) a palavra complexus significa algo que é tecido junto. Esse tecido é inseparável e

---

<sup>17</sup> Que é adequado para o sistema de todas entidades físicas dentro de um conjunto (NICOLESCU, 1999).

<sup>18</sup> Spins (giro, em inglês) são as possíveis orientações que as partículas subatômicas podem apresentar, considerado um número quântico que define o estado dessas partículas.

constitui o mundo fenomenal. Nicolescu (1999) traz a complexidade como sendo emergente a partir da aceleração das pesquisas disciplinares.

Morin salienta que a complexidade não surge como sendo uma resposta, mas sim como um desafio lançado pelo real em nossas mentes, se referindo à incompletude do conhecimento, lutando não contra sua completude, mas sim contra as mutilações causadas pelas especialidades. O que vem ao encontro do pensamento de Nicolescu referente ao surgimento da complexidade.

Os cortes entre as disciplinas são opostos na obtenção de um pensamento multidimensional, assim a complexidade não busca trazer todas as informações de um fenômeno, mas sim respeitar suas dimensões, como representado pictoricamente na Figura 6.

Figura 6: Representação pictórica da realidade complexa: “O conhecimento é, com efeito, uma viagem que se efetiva num oceano de incerteza salpicado de arquipélagos de certezas”.



Fonte: Morin (2007, p. 63)

O principal desafio da complexidade está na religação dessas dimensões, tarefa vital, pois fundamenta-se na religação entre Ciência e humanidade. O que nos permite contextualizar corretamente, refletir e tentar integrar os saberes em nossas vidas. Tronca (2006) ainda cita que

Ciências avançadas como as ciências da Terra, a Ecologia, a Cosmologia vêm rompendo com o velho dogma reducionista de explicação pelo elementar, passando a levar em consideração sistemas complexos nos quais as partes e o todo se produzem e se organizam entre si, e no caso da Cosmologia, constituem uma complexidade que está além de todo o sistema. (p. 74)

---

<sup>19</sup> Para mais informações do experimento de Bell, acessar o artigo “Conceitos e Interpretações da Mecânica Quântica: o Teorema de Bell” de Pessoa (2015), que contém detalhadamente a construção da teoria.

Há, ainda, uma zona cega da ciência que acredita possuir teorias do que seria o real. Contudo, isso não é próprio da cientificidade, que busca traduzir os fenômenos em teorias que possam ser mutáveis e refutáveis (princípio básico de gênese de uma teoria).

Aliás, as incertezas são de extrema importância em nosso papel como educadores, pois um educador que não possui mais certeza das coisas acaba por aceitar melhor a indeterminação e complexidade do mundo. Ele coloca-se em posição de aprendiz a todo instante, sem ter vergonha de errar. Torna-se mais pesquisador e pouco transmissor. “Ao reconhecer incertezas aceita a inexistência de verdades absolutas e, com tudo isso, reconhece que, além de seus próprios direitos, existem os dos seus alunos” (TRONCA, 2006, p. 61). Portanto, o papel do educador-educando é fazer com que haja movimentação nos diálogos. Estabelecer conexões entre os novos e antigos pensamentos, de acordo com as condições emocionais e intelectuais de seus alunos.

## AS MÚLTIPLAS REALIDADES E A LÓGICA TERNÁRIA

Como descrito no capítulo anterior, a partir da integração de incertezas em teorias científicas temos o surgimento de um novo fenômeno: as múltiplas realidades (MORIN, 2007). O problema da visão de Ciência como sendo uma verdade imutável acerca da descrição de uma realidade objetiva vem sendo questionado a partir desse novo fenômeno que traz consigo a ideia de que a Ciência, em si, é produto de estruturas espirituais e condições socioculturais do conhecimento humano (MORIN, 2007). Nicolescu nos traz a impossibilidade de a Ciência nos apresentar uma visão do que seria a realidade em si, pois esta está sempre em construção.

A Realidade não é apenas uma construção social, o consenso de uma coletividade, um acordo intersubjetivo. Ela também tem uma dimensão trans-subjetiva, na medida em que um simples fato experimental pode arruinar a mais bela teoria científica. (NICOLESCU, 1999, p. 31)

Essa distinção de níveis de realidades existe somente porque há outros níveis de realidades ao mesmo tempo. Como, por exemplo, nós existirmos em um mundo macrofísico e em um mundo quântico, pois “Nossos corpos têm ao mesmo tempo uma estrutura macrofísica e uma estrutura quântica” (NICOLESCU, 1999, p. 31).

É importante salientar que a realidade possui o sujeito, o objeto e o sagrado. Não havendo equilíbrio entre estas partes a realidade torna-se fantasmagórica e destrutiva

(NICOLESCU, 1999). Exemplos: na redução ao sujeito, temos as sociedades tradicionais varridas pela modernidade; na redução ao objeto, temos o totalitarismo; e na redução ao sagrado, temos os fanatismo e integralismos religiosos.

Se existir algo que possa unir esses diferentes níveis de realidades, essa coisa deveria ser uma unidade aberta. Para que haja essa unidade é preciso considerar que o conjunto dessas distintas realidades se prolonguem a uma zona de não-resistência (às nossas experiências, representações, descrições, imagens ou formulações matemáticas). “Nesse sentido, podemos falar de uma evolução do conhecimento, sem jamais poder chegar a uma não-contradição absoluta, implicando todos os níveis de realidade: o conhecimento está aberto para sempre” (ibid., p. 60)

A coexistência de diferentes realidades em um mesmo momento coloca em questão a leitura da lógica clássica. Os principais axiomas da lógica clássica nos dizem que:

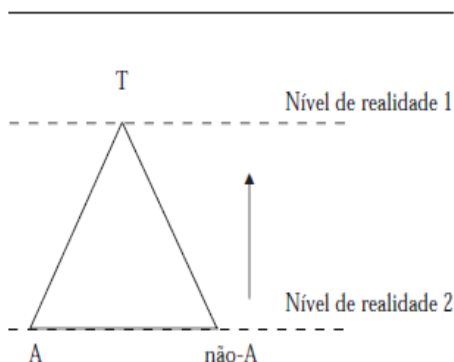
1. Um termo A é A. Este é denominado de axioma da identidade;
2. Um termo A não é não-A. Este é denominado de axioma da não-contradição;
3. Não existe um terceiro termo T (T de "terceiro incluído") que é ao mesmo tempo A e não-A. Este é denominado de axioma do terceiro excluído.

Essa lógica faz sentido ao considerarmos a existência de somente um nível de realidade. O ser humano passou cerca de dois milênios acreditando que a lógica é algo puro e imutável, considerada como inerente ao nosso cérebro. Porém, devido a uma relação entre o ambiente e a lógica, esta passa a ser mutável a partir da ideia de que o ambiente também o é (NICOLESCU, 1999).

Com o surgimento da Física Quântica os axiomas 2 e 3 começam a ser questionados. Lupasco (1900-1988) mostrou que o terceiro axioma, onde não poderia existir um terceiro termo T que é ao mesmo tempo A e não-A, poderia ser reformulado. Com a introdução de diferentes níveis de realidades a compreensão do terceiro termo incluído torna-se clara, como ilustrada nas Figuras 7 e 8.

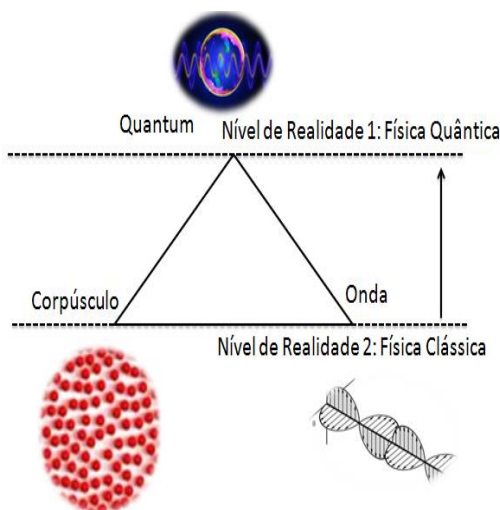


Figura 7: Representação do terceiro termo T no nível de realidade 1, podendo ser compreendido como a união dos contraditórios A e não-A. Na realidade 2, A e não-A são opostos e excludentes, devido à projeção do termo T nessa realidade.



Fonte: [https://scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232010000700080](https://scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232010000700080).

Figura 8: Exemplo da representação de níveis de realidade a partir da ideia da Física Clássica e da Física Quântica, onde T seria o Quantum, o corpúsculo seria A e a onda seria não-A.



Fonte: os autores.

A tríade Hegeliana nos diz que os três termos se sucedem no tempo (A, não-A e T) de forma com que os opostos A e não-A não sejam conciliados. Contudo, na lógica do terceiro incluído os três termos coexistem num mesmo tempo.

Por isso, a tríade hegeliana é incapaz de promover a conciliação dos opostos, enquanto a tríade de terceiro incluído é capaz de fazê-lo. Na lógica do terceiro incluído os opostos são, antes, contraditórios: a tensão entre os contraditórios promove uma unidade mais ampla que os inclui. (NICOLESCU, 1999, p. 39)

## A CARTA DA TRANSDISCIPLINARIDADE

A partir da leitura dos materiais acerca da pós-modernidade e seus efeitos na sociedade em que vivemos, pudemos chegar às seguintes considerações:

- \* Um crescimento exponencial dos saberes que possui como consequência a dificuldade do ser humano constituir um olhar global, o que ocasiona o afastamento da compreensão da realidade.
- \* A complexidade somente poderá ser compreendida a partir de uma inteligência que se dá conta da importância das dimensões planetárias dos conflitos.
- \* A obediência a uma visão tecnocientífica, baseada na eficácia pela eficácia, trazendo uma ameaça para a vida.
- \* O acúmulo de informações em detrimento do enriquecimento interior, causando um obscurantismo individual e social.
- \* O problema da democracia cognitiva, onde a partir do crescimento e obtenção de novos saberes, desigualdades entre povos e nações são aportadas.
- \* As incertezas presentes nas percepções de realidades, iniciadas a partir do surgimento da Física Quântica.
- \* A desintegração de pilares fundamentais da Ciência, baseados em ideias deterministas.
- \* A necessidade de sistemas educacionais mais abertos.

A partir de todas estas considerações, em novembro de 1994, no Primeiro Congresso Mundial da Transdisciplinaridade, realizado no Convento de Arrábida em Portugal, foi adotada a *Carta da Transdisciplinaridade*, com o comitê de redação composto por Lima de Freitas, Edgar Morin e Basarab Nicolescu. Esta carta traz consigo um contrato moral, sem qualquer pressão jurídica e institucional, que descreve uma série de artigos que estão abertos para todos os seres humanos que gostariam de aplicar estes em suas vidas. No Quadro 5, temos a descrição dos artigos.

Quadro 5: Descrição dos artigos da Carta da Transdisciplinaridade:

<b>Artigo 1</b>	Qualquer tentativa de reduzir o ser humano é considerada uma visão incompatível com a visão transdisciplinar.
<b>Artigo 2</b>	O reconhecimento de diferentes níveis de realidades regidos por diferentes lógicas é inerente à visão transdisciplinar.
<b>Artigo 3</b>	A transdisciplinaridade é complementar à disciplinaridade, surgindo do confronto entre as disciplinas. Não busca um domínio, mas sim a abertura de todas elas.
<b>Artigo 4.</b>	A transdisciplinaridade pressupõe uma racionalidade aberta.
<b>Artigo 5</b>	Ela é aberta ultrapassando o campo das ciências exatas havendo reconciliação com as ciências humanas, artes, poesia, literatura e experiências interiores.
<b>Artigo 6</b>	É multirreferencial e multidimensional.
<b>Artigo 7</b>	Não constitui uma nova religião, filosofia, metafísica ou Ciência das ciências.

<b>Artigo 8</b>	O Reconhecimento da Terra como pátria, onde todo ser humano tem direito a uma nacionalidade, mas é ao mesmo tempo transnacional, é considerado transdisciplinar.
<b>Artigo 9</b>	Atitude aberta aos mitos e religiões os respeitando em um espírito transdisciplinar.
<b>Artigo 10</b>	Não há cultura privilegiada. A abordagem transdisciplinar é transcultural.
<b>Artigo 11</b>	Uma educação não pode privilegiar a abstração, mas sim contextualizar, concretizar e globalizar. Intuição, imaginação e sensibilidade do corpo são reavaliadas na educação transdisciplinar.
<b>Artigo 12</b>	A economia transdisciplinar deve estar ao serviço do homem e não o contrário.
<b>Artigo 13</b>	Recusa toda atitude que é contra o diálogo e à discussão. Saberes compartilhados devem ser levados às compreensões compartilhadas.
<b>Artigo 14</b>	Rigor, abertura e tolerância são características essenciais de atitudes e visão transdisciplinar.

Fonte: os autores.

Após estas considerações, visando à identificação e correlação desta atitude em pesquisas que utilizaram a Cosmologia como tema no processo de aprendizagem dos alunos, a próxima seção deste trabalho descreve as relações entre atitudes transdisciplinares e o ensino de Cosmologia.

## **6- O ENSINO DE COSMOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DE ATITUDES TRANSDISCIPLINARES NOS ALUNOS**

Além de artigos e livros que definem atitudes e pensamentos transdisciplinares, foram propostos por Machado (2016) em sua Tese. Estes indicadores foram traçados a partir de uma intensa leitura de teses, dissertações, artigos e livros acerca da Transdisciplinaridade.

Os indicadores traçados por ele foram 11, descritos em nossas bases teóricas, e serviram como base para a identificação de atitudes transdisciplinares nos trabalhos que foram analisados acerca do Ensino de Cosmologia no Brasil. Esses trabalhos, descritos na fase de leitura do material, compuseram as respostas ao nosso problema de pesquisa.

Nós optamos, para uma melhor organização ao leitor, escrever tópicos acerca de cada reflexão dos indicadores presentes nos trabalhos. Além dos indicadores, alguns tópicos que remetem à Transdisciplinaridade também foram analisados nos trabalhos, tais como a presença da Complexidade, dialética, terceiro termo incluído, etc. Assim, para a construção dos tópicos foram lidos, um a um, os trabalhos selecionados para fim de identificação dos indicadores. Após a leitura de cada trabalho foram redigidos textos elucidando como os indicadores apareceram. Portanto, os tópicos foram construídos ao longo da leitura de cada trabalho e expressos a seguir.

No final dos tópicos serão apresentados gráficos com informações quantitativas acerca dos trabalhos que apareceram em cada um dos indicadores e a quantidade de citações daquele indicador.

### **PERTENÇA AO COSMO**

Este primeiro indicador de atitude transdisciplinar trata de um sentimento de integração dos indivíduos para com o planeta Terra. Morin e Kern (2011) trazem uma nova visão acerca deste sentimento, que muitos chegam a manifestar em relação a seu país, estado ou cidade. Porém, a diferença está em estas pessoas manifestarem o mesmo sentimento em uma escala global, assumindo uma cidadania planetária para resolver problemas globais, amando e cuidando de nosso planeta em confluência.

Assim, no TR1/BDTD, que trata sobre religião e Ciência, o autor traz em seu trabalho algumas considerações finais acerca de como seria a realidade:

Este aspecto dual da realidade, de mudança e de unidade, é um dos aspectos fundamentais do pensamento oriental, que dão uma contribuição epistemológica importante ao ampliar a noção de realidade, e de auxiliar na compreensão do **paradoxo da realidade, que ao mesmo tempo é Una e mutante, subjetiva e objetiva**. Desse modo, o **estudante pode reconhecer** tanto na ciência como na religião, duas formas alternativas - e por que não, complementares - de visão de mundo, que ao se tomarem a base de sua atitude prática, contribuirão para construir uma ideologia mais coerente, seja do ponto de vista cósmico, seja do ponto de vista ético. (STREHL, 1996, p.62-63)

Neste trecho da dissertação o autor explicita que uma união entre visões científicas e religiosas acerca da temática Cosmologia pode ampliar a visão e noção de realidade nos alunos, fazendo com que estes possam evoluir na construção de suas ideologias de um ponto de vista cósmico e ético. Ou seja, para que possam contribuir para a vivência dos seres em harmonia no planeta.

No TR3/BDTD, este indicador se fez presente pelas falas de alguns alunos a partir da análise do autor acerca de um curso envolvendo tópicos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia.

Em relação às visões cosmológicas, um aluno disse que “Expandiu a visão de Universo” (AGUIAR, 2010, p. 135) a partir da abordagem de tópicos em Cosmologia. Outras sentenças presentes em seu trabalho, também indicam a presença do indicador, tais como:

Através do **conhecimento do universo**, podemos ter conhecimento de muitos outros **aspectos da vida**.

O universo é monstruoso e sou UMA pessoa nesse espaço todo! Acho que foi importante para **valorizar tudo ao meu redor**. (ibidem, p.136, grifo nosso)

A primeira frase nos traz uma visão de que o aluno, ao conhecer melhor o universo ele muda sua visão acerca de outros aspectos da vida. A segunda frase traz a ideia que a partir de uma visão mais cósmica, o aluno se dá conta de uma visão mais integral e valorosa, pois afinal ele é somente UMA pessoa dentre as outras tantas que vivem ao seu redor.

Em suas considerações finais, o pesquisador diz que os principais objetivos da proposta estavam sendo atendidos, trazendo este objetivo em específico: “a apropriação de uma **‘visão cósmica’ ou ‘planetária’** por parte dos educandos” (AGUIAR, 2010, p. 153), que nos indica um aluno com maior visibilidade de pertencimento ao cosmo.

## VIVÊNCIA NO TEMPO PRESENTE

O indicador vivência no tempo presente é definido a partir das ideias de Nicolescu (2002), onde temos um tempo que é vivido e contém em si o passado e o futuro. Nicolescu usa a definição de Peirce (1978, p.22), que nos diz que “o momento presente é um ponto no tempo no qual nenhum pensamento pode ocorrer e nenhum detalhe pode ser separado”. Infelizmente este indicador não se manifestou ao serem analisados os trabalhos.

## PRESENÇA DO SAGRADO

Este indicador é a presença de algo que não pode ser reduzido no mundo real. A transreligiosidade, segundo Nicolescu (2011), afirma existir estruturas que são comuns em religiões transcendentais, e ao estudarmos estas estruturas podemos chegar a compreensões de ideias permanentes, sem o impedimento da apreciação de diferentes culturas religiosas.

Como o TR1/BDTD era sobre um diálogo entre a Ciência e religião, este indicador se fez muito presente. No início de sua análise o pesquisador cita a Cosmologia como sendo “[...] um tema onde há uma nítida interface entre ciência, religião e misticismo, já que provavelmente surgiu como uma das primeiras manifestações da consciência, ao perceber a “estranheza de sua condição” (STREHL, 1996, p. 46).

Logo em seguida, o pesquisador traz outra citação de uma das falas de Galileu Galilei acerca de sua concepção de Deus:

Eu acredito antes que a autoridade das Letras Sagradas tenha tão **somente o objetivo** de persuadir os homens daqueles artigos e proposições que, sendo necessários à sua salvação e colocando-se acima de qualquer possibilidade da mente humana, não possam fazer-se críveis por nenhum outro meio senão pela palavra do Espírito Santo. **Mas não penso** que seja necessário acreditar que aquele **mesmo Deus** que nos dotou de sentidos, de razão e de intelecto, tenha querido, desprezando o seu uso, dar-nos por outro qualquer meio as notícias que **podemos obter através deles?** (STREHL, 1996, p. 49, grifo nosso).

Esta citação complexa do pensamento de Galileu elucidou-nos um pensamento de que, apesar de Galileu discordar de algumas ideias expressas em determinada religião, ele crê em algo maior que descreve como sendo Deus, que nos deu sentidos, razão e intelecto para podermos analisar o mundo. Acredita que através de nossos sentidos podemos também ter percepções de ideias, portanto a verdade não é somente a que está sendo expressa por uma única religião ou realidade.

Outro trecho evidenciado no TR1/BDTD nos traz ideias acerca de modelos cosmológicos que se demonstraram por muito tempo com visões religiosas em suas definições, assim como se elucida no seguinte trecho que o pesquisador cita Capra:

[...] a imagem de um **Deus** monárquico que, **das alturas governava** o mundo, impondo-lhe a lei divina. As leis fundamentais da natureza, objeto da pesquisa científica, eram então encaradas **como a lei de Deus**, ou seja, invariáveis e eternas, às quais o mundo se achava submetido. (CAPRA, 1975, p. 25, grifo nosso)

Essa visão de Deus monárquico remete às ideias do pensamento Cartesiano, onde há clara distinção entre matéria e mente, e uma visão de Universo funcionando semelhante à uma máquina, onde Deus estava no comando de suas modificações.

Com o surgimento da Cosmologia Moderna temos novos princípios que foram empregados retirando esta visão de um Deus que comandaria as ações de nosso universo. Porém ainda permanecem questões que envolvem relações sagradas, como por exemplo no trecho trazido do TR1/BDTD

Para se obter uma imagem mental da **expansão do Universo**, é comum o uso de uma analogia em duas dimensões, que é a seguinte: Imaginemos que todo o Universo está apenas na superfície de um balão cheio de pequenos pedacinhos de papel colados no balão, representando as galáxias. Na medida em que o balão se enche, os pedacinhos de papel afastam-se todos uns dos outros. (STREHL, 1996, p. 50, grifo nosso)

Essa visão de expansão do universo trouxe inúmeras implicações que envolvem questões religiosas e um movimento de novas ideias, como por exemplo, a visão de que éramos o centro do universo acaba de ser refutada a partir dessa expansão.

Um padrão pode ser reconhecido ao se analisar a presença do sagrado na história da Cosmologia, os dois andam em conjunto. Há certa convergência na evolução das ideias religiosas e nas ideias de modelos de universo, como cita Strehl: “A evolução, e conseqüentemente, o futuro do Universo, se encontra descrito dentro dos modelos cosmológicos. E é principalmente aqui que se torna interessante a comparação destes modelos com os modelos místicos e religiosos” (STREHL, 1996, p. 54).

Assim, o autor traz algumas passagens da Bíblia, Gêneses por Maimônides, que descrevem o surgimento do universo. No trecho abaixo podemos observar diversas semelhantes com o modelo do Big Bang para a descrição da origem do universo:

No ínfimo instante **após a criação**, toda a matéria do Universo estava concentrada num **lugar mínimo**, não maior que um grão de mostarda (...) A partir de sua concentração inicial num ponto diminuto, essa substância intangível **expandiu-se** e, com ela, expandiu também o Universo. (STREHL, 1996, p. 56, grifo nosso)

Outra comparação realizada pelo pesquisador é em relação às passagens do Apocalipse 22:5 e o fim termodinâmico do universo, onde a partir da sua expansão ele chegaria perto do zero absoluto, não podendo mais gerar energia e tornando-se “sem luz”: “Não haverá mais noite. **Eles** não precisarão da luz da candeia nem da luz do Sol, pois o Senhor Deus o iluminara; e eles reinarão para todo o sempre” (Bíblia Sagrada, Apocalipse). A interpretação desta passagem nos diz que “eles” simbolizam as almas salvas e que seriam eternas, podendo assim presenciar o final dos tempos. A única luz brilhante, nesta interpretação, seria a luz de Deus, por isto assim não haveria mais noite e não precisariam da luz do Sol nem da candeia.

Além de passagens da Bíblia Sagrada nos traz uma visão Hindu, citando Capra, em comparação com o modelo de universo fechado de Friedmann-Lemaitre. Este modelo nos diz que o universo é esférico, finito e ilimitado, considerando que ele atingiria um tamanho determinado e logo após se contrairia novamente a uma singularidade inicial. Muitos séculos antes os Hindus já traziam tal concepção

A idéia de um Universo que se expande e se contrai periodicamente, o que envolve uma escala de espaço e tempo de vastas proporções, veio à tona **não apenas** na Cosmologia de nossos dias, mas já está presente na antiga Mitologia Indiana. Na medida em que experimentavam o universo como um Cosmos orgânico que se move ritmicamente, os hindus puderam desenvolver cosmologias evolucionárias que muito se aproximam de nossos modelos científicos modernos. Uma dessas cosmologias baseia-se no mito Hindu de Lila - a peça divina - na qual Brahman transforma-se no próprio mundo. Lila é uma peça, um jogo ritmico que se desdobra em ciclos intermináveis, no qual o **Um se transforma nos Muitos e os Muitos se transformam no Um**. No Bhagãvãd Gitã, o Deus Krishna escreve este jogo ritmado de criação através das seguintes palavras: **‘Ao findar-se a noite do tempo, todas as coisas retornam à minha natureza; quando começa o novo dia do tempo, tragas novamente à luz. Assim, através de minha natureza, trago à luz toda a criação e esta gira em torno, nos círculos do tempo. Mas não me encontro preso por este vasto trabalho de criação. Sou e observo o drama dos trabalhos. Observa e neste seu trabalho de criação, a natureza traz à luz tudo aquilo que se move e que não se move: e, dessa forma, processam-se os ciclos do mundo’**. (CAPRA, 1975, p. 152, grifo nosso)

Em suas considerações finais nos traz sua interpretação acerca da interface entre Religião e Ciência, concluindo que esta interface surge naturalmente ao se abordar a Cosmologia:

Espero que esse trabalho possa contribuir para sensibilizar colegas e professores, e até mesmo desequilibrá-los, para que se predisponham a buscar alternativas que se adequem a interface Ciência e Religião, **que surge naturalmente quando se trata do tema COSMOLOGIA**. (STREHL, 1996, p. 63, grifo nosso).

No TR3/BDTD este indicador se fez presente na seguinte frase de um aluno: “[...] algo muito interessante que observei é a **fé** que existe em torno de teorias, hipóteses, ideias, **com**



ou sem comprovação. Neste aspecto a ciência é quase uma religião, envolvendo muita fé apesar de ser baseada principalmente na razão” (AGUIAR, 2010, p. 146). Este aluno refletiu acerca de teorias científicas possuírem, muitas vezes, uma visão bastante semelhante às crenças religiosas, contudo com o destaque de que a Ciência se baseia principalmente na razão, certos aspectos espirituais ainda estão presentes.

No TR5/BDTD este indicador manifestou-se, devido ao trabalho abordar a história da Cosmologia, trazendo episódios da evolução dos modelos a partir da Ciência e religião. A primeira sentença que elucida o indicador é a partir da seguinte afirmação de um dos alunos:

Uma pessoa tem suas limitações autodidatas, e seus atos nocivos podem ser atribuídos em parte a uma porção inconsciente da sua mente. Dentro dessa visão acredito que o Universo **foi criado talvez pelo Big Bang**, mas que **não exclui** a presença de uma **entidade superior** que rege uma **ordem no Universo**. E para mim a **ciência é uma linguagem para nos aproximar dessa entidade**, por isso todos os estudos são levados em conta. (BAGDONAS, 2011, p. 198, grifo nosso)

O aluno expôs que ele possui a visão de que o universo tenha sido criado pelo Big Bang, porém isto não exclui a ideia da existência de algo superior. Demonstra possuir uma visão de convergência entre religião e Ciência, onde a Ciência seria uma linguagem que nos aproximaria desta entidade.

Outra ideia de um dos alunos nos traz a aceitação de diferentes pontos de vistas acerca do surgimento e da evolução do universo, incluindo a aceitação de um possível Criador que nos passa conforto em nossas existências.

**Se há movimento, mudança, é de se pensar**, por lógica, que exista um **começo, e, assim sendo, um possível fim**. Entretanto, **por outro ponto de vista**, é perfeitamente aceitável também que tudo **sempre existiu**, e sempre **esteve em movimento e mudança**, sem ter início nem fim, bem como **é confortável** a ideia de que **exista um Criador**, uma consciência de magnitudes e dimensões superiores à imaginação e linguagem humana, o qual tenha criado tudo que existe, inclusive o homem e que rege as interações do Universo conhecido e dos possíveis outros desconhecidos à mercê de seus caprichos. (ibidem, p. 198, grifo nosso)

No TR6/BDTD a pesquisadora fez um questionário com professores acerca da abordagem de Cosmologia utilizando mitos da criação em suas aulas. Assim temos a síntese da autora a partir das respostas dos professores:

Por fim ele relata que apesar do assunto ser muito motivador é necessário ter certa precaução, pois o tema pode despertar um embate religioso. Mas que **a exploração de mitos de criação** de antigas civilizações pode ser **uma boa saída** para debater o assunto e **promover uma discussão construtiva** sobre esse delicado tema. (SKOLIMOSKI, 2014, p. 171, grifo nosso)

[...] ele também acredita que o tema **pode instigar uma discussão de cunho religioso**, ainda mais fazendo uso de mitos de criação. Entretanto, essa dificuldade

pode ser contornada com um prévio contrato com os alunos, deixando claro que o **objetivo da aula não é uma discussão religiosa**, mas sim uma **análise** sobre a **evolução do pensamento humano** com relação à origem do universo. (ibid, p. 177)

Temos que a abordagem de mitos de criação pode trazer benefícios ao debatermos questões ligadas à religião dos alunos, devido ser um tema delicado. Esta abordagem pode promover discussões construtivas a partir de um acordo. Este acordo é referente a uma abordagem analítica do pensamento humano e não uma doutrinação. Assim, a partir de temas como a origem do universo, os alunos possam desenvolver uma análise crítica acerca da história da humanidade levando em consideração a presença do sagrado.

No TR8/BDTD este indicador se fez presente. Primeiramente, o pesquisador descreve seus objetivos para com o desenvolvimento de sua pesquisa, que tratava de utilizar uma simulação que envolvia debates acerca de temas da Cosmologia, tendo de selecionar um episódio importante da história da Cosmologia. Optou por selecionar o episódio em que a teoria da expansão do universo foi aceita, pois acredita que “Esse episódio é adequado para a nossa discussão principalmente por que nessa época as influências políticas e religiosas sobre a ciência foram particularmente importantes” (BAGDONAS, 2015, p. 142). Trazendo uma visão para seus alunos de que as construções científicas possuem influências de caráter religioso.

No TR10/CAPES este indicador esteve presente. A partir de um questionário realizado com seus alunos, o pesquisador pode evidenciar suas concepções acerca do surgimento da vida no universo, após a realização de uma dinâmica envolvendo teorias distintas acerca dessa temática. Muitos alunos demonstraram acreditar que exista algo superior, além do universo, como evidenciado na seguinte fala:

Aluno 1: Bem, primeiro na terra haviam certas substâncias que ao entrarem em contato deram origem a um ser vivo muito simples. Que foi passando por diversas transformações lentas e ao mesmo tempo perfeitas que deram origem a nós e outras foram melhorando. **Na verdade o fator Deus, energia, ser superior ou sei lá o quê, na minha visão se fez presente na criação da matéria e da energia.** E aí a evolução fez a parte dela. Talvez tudo já estivesse sido planejado por algo, ou alguém.

Aluno 2: Acredito na explicação científica, como geração espontânea, evolução e aquele bando de outras coisas. **Mas não separo de religião**, porque seria Deus contra os processos evolutivos dos seres? Por que ficaria estagnado em um ser ideal pré-fabricado? **Talvez ocorra um planejamento, e Deus esteja ciente desde sempre deste processo.** (GUTTMANN, 2011, p. 42)

Como podemos ver, os alunos não desconsideram as teorias científicas ao acreditarem que exista algo superior que possa ter criado a matéria, a energia e até mesmo certa ordem ao universo.

## TRANSCULTURALIDADE

O que este indicador nos diz não tem similaridade em estabelecer uma única cultura global, pelo contrário. Ele nos diz que temos de reconhecer as similaridades e particularidades de cada cultura a respeitando e rompendo barreiras impostas.

Este indicador fora evidenciado no TR1/BDTD na seguinte citação trazida a partir da fala do pesquisador:

Note que fato interessante! As duas principais soluções, matematicamente possíveis para o futuro do Universo, (Universo aberto, que se expande continuamente, e Universo fechado, que volta a se contrair) **equivalem à duas tradições religiosas diferentes**, e que são hegemônicas em suas respectivas culturas - ocidental e oriental. É importante lembrar que o **objetivo não é criar** uma disputa entre concepções religiosas, mas antes de tudo, informar ao estudante que essas **convergências existem** [...]. (STREHL, 1996, p. 57)

O autor traz tradições religiosas distintas, oriental e ocidental, que elucidam convergirem com as principais soluções possíveis para o futuro de nosso Universo, ressaltando que o intuito de trazer estas concepções não é de criar disputas de concepções, mas sim informar os alunos da existência de suas convergências.

## IMAGINÁRIO E IMAGINAÇÃO

O imaginário e imaginação são definidos na Carta da Transdisciplinaridade como sendo um território onde os níveis de realidade possam ser vistos (MACHADO, 2016). Sendo necessário um diálogo entre ciências humanas e exatas para que a imaginação seja capaz de compreender e integrar estas duas ciências envolvendo processos criativos. Para Nicolescu (1999) não há distinção entre real e imaginário, pois os dois estão contidos em si.

Este indicador esteve presente no TR3/BDTD, quando o pesquisador esclarece quais foram suas motivações para a escolha de trabalhar com a Astronomia envolvendo tópicos da história da Cosmologia, elucidando que a escolha se deu devido esta possui uma atração em um imaginário coletivo: “Esta opção foi motivada por quatro fatores principais: a atração que

a Astronomia causa no **imaginário coletivo e em especial no dos jovens educandos [...]** (AGUIAR, 2010, p. 83, grifo nosso).

No TR4/BDTD o indicador se manifesta a partir da seguinte ideia do pesquisador que cita Smoot (1995), nos trazendo que a Cosmologia está em um período de criatividade a partir das novas observações e descobertas:

Ao nos aproximarmos do final do milênio, a cosmologia vive um maravilhoso período de criatividade, uma idade do ouro em que novas observações e novas teorias estão ampliando espantosamente nosso entendimento – e perplexidade – do universo. (ARTHURY, 2010, p. 64)

Isso pode gerar nos alunos que entram em contato com a Cosmologia uma sensação de Ciência inacabada, pela qual podem estimular os processos de imaginação e criação de novas teorias.

No TR6/BDTD a pesquisadora ao questionar professores que fizeram parte de sua entrevista sobre a importância do ensino de Cosmologia para seus alunos, obteve como resposta que boa parte dos professores entrevistados afirmam que “[...] a cosmologia naturalmente desperta a curiosidade e o imaginário dos alunos e dessa forma pode atrair o aluno para o mundo da ciência” (SKOLIMOSKI, 2014, p. 157).

Também se elucida a partir de uma resposta de um professor, onde diz que a Cosmologia faz parte da realidade do aluno “[...] quando você toca no assunto eles adoram então você vê que está no imaginário deles, [...], já a física não está no imaginário deles [...]” (SKOLIMOSKI, 2014, p. 183). A partir da fala do professor interpretamos que a Cosmologia estaria mais próxima do imaginário dos alunos, ao contrário da Física, apesar de a pesquisadora não ter explicado o motivo desta afirmação. Acreditamos que, talvez, possa ser devido ao grande número de notícias que são divulgadas acerca de descobertas nesta área. Ou, por a Física parece algo mais “pronto”, apresentada pelos professores, enquanto a Cosmologia trabalha com descobertas. Isso é algo a ser pensado.

## DIFERENTES NÍVEIS DE REALIDADE

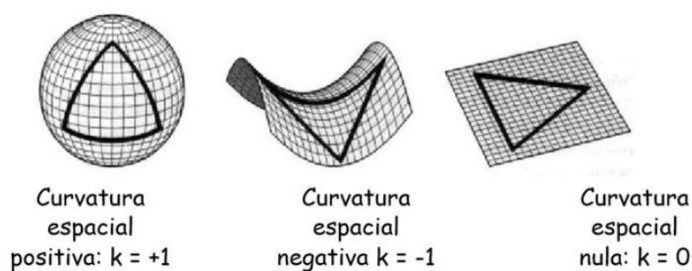
A partir da ruína do determinismo gerada pelo desenvolvimento da Física Quântica, a noção de existência de somente um nível de realidade desmoronou. Não há a existência de verdades absolutas, pois a verdade irá depender no nível de realidade no qual está inserida.

Este indicador mostrou-se bastante presente no TR1/BDTD, valendo ressaltar que neste trabalho não foram evidenciadas falas de alunos. Contudo, devido à riqueza do tema do trabalho, decidimos trazer algumas afirmações feitas por Cosmólogos e pelo próprio pesquisador que, também, demonstraram possuir este indicador.

A primeira manifestação é relacionada às diferentes visões trazidas pelo pesquisador: religiosa e científica. Onde na visão religiosa teríamos um propósito, enquanto que na visão científica teríamos outro distinto, o que não exclui a existência de ambos. Neste caso, os níveis seriam o Nível religioso e o Nível científico que são demonstrados a partir da citação de Galileu: “Eu direi aqui o que ouvi de pessoa eclesiástica constituída em grau eminentíssimo, isto é, que a **intenção o Espírito Santo é ensinar-nos como se vai para o céu e não como vai o céu**” (STREHL, 1996, p. 49).

O pesquisador também nos traz uma visão acerca dos possíveis futuros distintos do universo que se classificam em universos oscilantes e abertos (STREHL, 1996). Ainda diz que “Os modelos cosmológicos a seguir, são os que estão de acordo com as evidências observacionais, e, como veremos, chegam a conclusões completamente diferentes” (STREHL, 1996, p. 55). Os modelos trazidos dependem de uma constante chamada de índice de curvatura ( $k$ ). Se  $k < 0$ , temos a interpretação de um universo hiperbólico; se  $k = 0$ , temos um Universo plano; e se  $k > 0$ , temos um universo esférico.

Figura 9: Possíveis curvaturas espaciais de acordo com a constante de índice de curvatura.



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/2844505/>

No modelo de Einstein-De Sitter, esta constante possui um valor igual à zero, ou seja, um universo plano e infinito que está se expandindo continuamente. Além deste modelo, temos o modelo de Friedman-Lemaitre aberto, onde a constância  $k$  é menor que zero, o que nos diz que o universo deve ser hiperbólico, infinito e se expandindo continuamente. No modelo Friedman-Lemaitre fechado temos  $k$  maior que zero, o que nos daria um universo esférico, finito e que se expande até certo ponto, porém torna a se contrair e logo após se expandir, e assim sucessivamente.

Acerca destes possíveis modelos de universo o autor nos traz que “O sujeito, torna-se consciente de seus diferentes **níveis** e das situações nas quais estes devem ou podem ser utilizados” (STREHL, 1996, p. 57, grifo nosso), indicando a presença de diferenciados níveis e que cada situação irá estipular quais destes poderão ser levados em consideração. Em suas considerações finais o pesquisador diz que a compreensão de um aspecto dual por parte dos alunos

[...] pode aumentar a confiança nas proposições científicas, sem lhe sonegar o aspecto da mudança que decorre do conhecimento científico, ao mesmo tempo que ele percebe que **não deve confundir os símbolos e conceitos, tanto científicos como religiosos -metafísicos, filosóficos ou esotéricos - como sendo a realidade final e absoluta.** Desse modo, o estudante pode reconhecer tanto na ciência como na religião, **duas formas alternativas - e por que não, complementares - de visão de mundo,** que ao se tornarem a base de sua atitude prática, contribuirão para construir uma ideologia mais coerente, seja do ponto de vista cósmico, seja do ponto de vista ético. (STREHL, 1996, p. 62-63, grifo nosso)

Ou seja, a partir da maneira que a Cosmologia é abordada, neste caso como sendo uma evolução de ideias científicas que englobam algumas ideias religiosas, o aluno tem noção de que a construção do conhecimento não é efetuada a partir de crenças em verdade absolutas, mas sim no movimento de ideias. Até certo ponto, estas ideias podem parecer divergentes, mas no final convergem em algum ponto importante e trazem uma visão mais abrangente do ponto de vista cósmico e ético. Ainda traz que o aluno pode “compreender que **não deve interpretar os símbolos, conceitos e teorias científicas como sendo a realidade, e o que é pior, final e absoluta**” (STREHL, 1996, p. 63, grifo nosso).

No TR3/BDTD este indicador se fez presente em uma aula, onde o pesquisador apresentou aos alunos um texto que trazia diferentes visões acerca da forma de se enxergar a teoria da gravitação “[...] foi promovida uma discussão sobre as **diferenças entre as gravidades newtoniana e einsteiniana** e os princípios cosmológicos derivados de cada uma delas” (AGUIAR, 2010, p. 120, grifo nosso), elucidando diferentes noções de realidade acerca de uma mesma teoria.

Além de que, a partir da fala de alunos, pudemos notar que a temática fez com que estes modificassem sua maneira de enxergar o mundo, questionando as verdades ditas absolutas e que a Ciência é baseada em modelos que podem se modificar a qualquer instante.

Mudou tudo. Antes tinha uma **visão completamente fechada** e agora consigo **interpretar várias coisas.** (ibid, p. 132, grifo nosso)  
Antes eu não sabia que o modelo é **representação da realidade,** pois acreditava que eram com certeza a realidade. (ibid, p. 133, grifo nosso)

Me fez **questionar** aquelas pessoas que acham que possuem a **verdade absoluta**. (ibid, p. 131, grifo nosso)

Eu passei a me interessar mais por física e por astronomia. Certa vez, eu passei por uma banca e reparei em quantas revistas científicas tinham. Eu me perguntei por que de que uma hora para outra tinham surgido tantas. Depois eu percebi que elas **sempre estiveram lá, só que eu nunca tinha me interessado**. (ibid, p. 134, grifo nosso)

Mas o que eu mais gostei foi [...] que tudo que aprendemos na ciência **está baseado em um modelo, que pode ou não corresponder à realidade**. (ibid, p. 146)

Mudou tudo, **a forma de ver as coisas**. A luz por exemplo vejo ela de outro modo, imagino a sua propagação etc. (ibid, p. 131)

No TR4/BDTD este indicador esteve presente em diversas citações. A primeira citação diz respeito à Teoria do Big Bang não ser a única na descrição das origens do universo. O autor diz que “A teoria do Big Bang faz suas apostas, ao propor um início explosivo para o universo há cerca de 15 bilhões de anos atrás, *mas não é a única*” (ARTHURY, 2010, p. 63, grifo nosso). Logo após, nos traz que a escolha entre as duas teorias (Big Bang e Universo Estacionário), cada uma explicando à sua maneira as origens do universo, não seria realizada de forma rápida e definitiva:

Na década de 1950, a escolha **de uma dessas teorias** era uma questão que dependia do preconceito de cada um. Filosoficamente, é mais difícil aceitar que a matéria é criada continuamente em pequenas porções no Universo ou que toda a matéria de todas as estrelas e galáxias tenha sido criada em um único momento? (ARTHURY, 2010, p. 76, grifo nosso).

A seguinte citação do pesquisador nos traz uma reflexão imensa acerca da existência de múltiplas teorias que possam descrever a realidade a partir de uma frase de Lakatos: “Não se trata de propormos **uma teoria** e a Natureza poder gritar NÃO; trata-se de propormos um **emaranhado de teorias**, e a Natureza poder gritar INCOMPATÍVEIS” (LAKATOS, 1979, p. 159, grifo nosso). Ou seja, a existência e prevalência de somente uma teoria não traz progresso à Ciência, mas sim um emaranhado destas que possam ser refutadas, a partir de caminhos mais adequados. Somente a partir de divergências é que podemos progredir.

Ainda nos traz que a prevalência de uma teoria se dá a partir de caracteres progressivos, onde a que acaba por prevalecer não é por falta de previsões, mas sim a que possui melhores métodos para a descrição:

Percebemos então que a teoria do universo estacionário não foi colocada em cheque por sua (falta de) previsão. E sim porque sua rival apresentou uma força heurística maior, prevendo características que foram constatadas posteriormente, reforçando a teoria do Big Bang. (ARTHURY, 2010, p. 78)

Não deixando de esquecer que por mais que tenhamos teorias ultrassofisticadas, nunca poderemos dizer que uma teoria é provada, pois caso isso aconteça a Ciência perderia seu sentido. Ou seja, nunca chegaremos à verdade, pois a verdade dependerá do nível de realidade que se está inserido.

Se isto não nos habilita dizer que a teoria é provada, ao menos nos regozija em saber o **quão perto podemos chegar**, com nossas teorias, de um efetivo entendimento do universo, a ponto de prevermos oscilações tão ínfimas da ordem de uma parte em centenas de milhares. (ARTHURY, 2010, p.84, grifo nosso)

Ainda traz a ideia de que devemos obter atenção ao levarmos a teoria do Big Bang como sendo algo factual, “Pois se é, efetivamente, uma boa explicação para o universo, precisa responder e lidar com questões colocadas por cientistas trabalhando em linhas de pesquisa heterodoxas” (ARTHURY, 2010, p. 87). Há um grupo de cientistas do Instituto Max Planck, Alemanha, que estuda algumas estruturas, como os Quasares, que parecem contrariar a ideia de um universo em expansão. Fazia parte deste grupo o cientista Halton Arp, falecido em 2013, que criou o *Atlas de Galáxias peculiares* (1996) e diz que as estruturas do universo poderiam possuir um *redshift* (desvio para o vermelho) intrínseco (ARP, 1996).

Esta ideia se deu, devido Arp ter observado que haviam ligações físicas entre Quasares e Galáxias que não possuíam o mesmo *redshift* - o que foi observado é que os Quasares apresentavam um desvio muito maior. Apesar de a teoria possuir muitos dados observacionais, não houve corroborações entre ligações de Quasares e Galáxias, portanto, por isso a teoria do Big Bang é a mais aceita ainda, o que não quer dizer que devamos excluir estas observações.

Outra afirmação deste indicador está presente em uma das falas de um aluno, que a partir da atividade realizada, percebeu a importância da comparação e a existência de distintas realidades

[...] seria interessante comparar, por exemplo, a visão de Kuhn e Lakatos sobre essa etapa da pesquisa científica que envolve a cosmologia. **Visar à comparação** permite ao leitor notar que existem **várias visões** que tentam caracterizar a atividade científica, assim como a própria atividade científica constitui-se **por visões coexistindo na mesma época**. (ARTHURY, 2010, p. 105, grifo nosso)

No TR5/BDTD o indicador também esteve muito presente. O autor trabalhou com textos envolvendo controvérsias entre a teoria do Big Bang e o Universo estacionário, incluindo concepções religiosas na construção destas teorias. A partir de textos elaborados



pelos alunos pudemos selecionar os seguintes fragmentos do trabalho de Bagdonas (2011) que apresentam a presença do indicador:

A hipótese de um universo que sempre **existiu ainda pode ser considerada**, uma vez que há a possibilidade de que o universo tenha um comportamento cíclico, ou seja, expansões (Big Bang's) seguidas de colapsos (Big Crunch's). [...] com o pouco que sei sobre o assunto, entendo que a teoria do Big Bang seja a mais aceita [...] **mas não descreve completa e perfeitamente o que conhecemos**, mas é a que melhor descreve. (ibid, p. 197, grifo nosso)

Se **há movimento**, mudança, é de pensar, **por lógica**, que exista um **começo**, e, assim sendo, um **possível fim**. Entretanto, **por outro ponto de vista**, é perfeitamente aceitável também que tudo **sempre existiu**, e **sempre esteve em movimento e mudança**. (ibid, p. 198, grifo nosso)

A teoria do Big Bang tornou-se a mais aceita após a detecção do redshift das galáxias por Hubble, que era evidência de um universo em expansão, porém isso não **era prova absoluta**, pois o **universo estacionário** de Hoyle também estava em **expansão**. Com a descoberta da radiação cósmica de fundo, prevista por Gamow, a teoria do Big Bang se tornou a **mais aceita**. (ibid, p. 199, grifo nosso)

Acerca da existência de outras teorias que possam descrever o universo, como trouxe o pesquisador a teoria do universo estacionário, os alunos demonstraram a tolerância em compreender que dependendo das condições do momento, uma teoria passa a ser mais aceita do que outra. Estas condições envolvem dados empíricos, teóricos, concepções religiosas, etc. No atual momento a mais aceita é a teoria do Big Bang, o que não quer dizer que seja a realidade ou que não mude ao longo do tempo.

Nestes seguintes fragmentos temos a concepção de um aluno acerca de “esferas”, denominadas por ele, como sendo visões diferenciadas do mundo que vivemos, sendo complementada por outra fala de uma aluna que nos demonstra diferentes maneiras de compreendermos a evolução do universo.

Como ser humano, entendo que nosso conhecimento pode ser decomposto em **algumas esferas**, dentre as quais estão a **religião e a ciência**: esferas cujos funcionamentos e estrutura **são essencialmente distintos** mas não mutuamente complementares. [...] vejo que os alunos devem entender e aceitar a visão de mundo científica assim como entendem e aceitam sua própria visão de mundo religiosa **porque ciência e religião são esferas do conhecimento humano**. (ibid, p. 208, grifo nosso)

Muitos buscam a resposta **na religião**, onde pregam que houve um Deus que criou tudo o que existe hoje. Mas se houve mesmo este Deus, onde ele estava e o que estava fazendo antes da criação de tudo? Já outros buscam **a resposta na ciência**, onde se acredita que tudo surgiu de uma grande explosão, uma **explosão primordial**, ocorrida a aproximadamente 13,7 bilhões de anos e que essa explosão ocorreu em função de uma grande concentração de massa e energia. Mas também há os que acreditam que o **universo sempre existiu** (Teoria do estado estacionário). (ibid, p. 197)

No TR6/BDTD temos a presença do indicador a partir da seguinte afirmação da pesquisadora acerca de um questionário realizado com professores sobre a utilização de mitos da criação em suas aulas: “[...] se mostrou favorável à utilização de mitos de criação, pois isso pode ampliar a visão de mundo dos alunos, fazendo-os refletir sobre as nossas concepções e comparar com as de outras civilizações” (SKOLIMOSKI, 2014, p. 178). Trazendo distintas visões de mitos da criação do universo, os alunos teriam a noção de que não existe somente uma interpretação da realidade, mas sim diversas que descrevem o mesmo fenômeno, no caso a criação do universo.

No TR8/BDTD, o indicador se manifestou na descrição dos objetivos do autor. Um de seus objetivos, a partir da realização de um jogo que simula a construção da história da Ciência na ação de seus alunos, diz que o intuito da atividade é que seus alunos pudessem compreender conceitos de Cosmologia envolvendo “[...] a relação entre desvio espectral e distância (conhecida como lei de Hubble) e as diferentes interpretações para o desvio para o vermelho, percebendo que os mesmos dados podem ser interpretados de diferentes maneiras” (BAGDONAS, 2015, p. 141, grifo nosso). Esta última frase “ser interpretados de diferentes maneiras” nos dá uma noção de que existem distintas realidades que descrevem os fenômenos, cada qual à sua maneira e interpretação.

Também se manifestou, quando questionado, a seus alunos sobre do que tratava o estudo da Cosmologia. Assim as seguintes respostas se assemelham ao reconhecimento da inexistência de verdades absolutas e a existência de diferentes visões acerca do mesmo fenômeno estudado:

Aluno 1: A cosmologia é sim uma forma de sabermos quem somos, de onde viemos e se o universo teve um começo ou sempre existiu e sim, é uma forma confiável porém, é confiável até certo ponto, **não é** uma forma que nos traz **todas as respostas requisitadas** [...].

Aluno 2: A cosmologia é **mais confiável** do que as outras diversas teorias pois, trata-se de algo baseado na ciência, porém, **não é mais ou menos importante** do que qualquer outra teoria. **Cada pessoa acredita numa forma de existência do universo**, e pensando de forma mais aberta, **nenhuma delas está errada**, afinal, **não existe a forma correta**.

Aluno 3: Eles conhecem verdades sobre o universo, baseadas em teorias firmes, digamos assim; porém, **essas ‘verdades’ são incertas** [...] (BAGDONAS, 2015, p. 220, grifo nosso)

No TR10/CAPES este indicador esteve presente. O pesquisador realizou um pré-teste e um pós-teste para verificar as principais concepções dos alunos antes e após uma abordagem realizada com eles. A abordagem envolvia a leitura de um texto com distintas teorias acerca

do surgimento do universo. Após a abordagem verificou que a maior parte da turma ainda possuía visões de uma Ciência absoluta, contudo houve modificações significativas nos pensamentos de seus alunos, como nas seguintes afirmações:

Aluno 1: **Não existem** verdades absolutas na ciência. Se não houvessem dúvidas e crises a ciência ficaria estagnada e não avançaria. Existem **teorias úteis ou não, mas não há verdade absoluta.**

Aluno 2: Não creio que a ciência produza verdades absolutas, apesar de a maioria da sociedade acreditar que sim. Resultados de experimentos científicos podem ser, digamos, induzidos para provar esta ou aquela teoria. **E teorias também entram em voga dependendo do contexto histórico, do status socioeconômico de quem as cria, entre diversos outros fatores.**

Aluno 3: A premissa básica da ciência é que não existem verdades absolutas. (GUTTMANN, 2011, p. 39, grifo nosso).

Em resposta ao questionamento referente a criticar a afirmação “Os fenômenos da natureza só têm uma explicação realmente correta” surgiram diversos apontamentos pelos alunos que indicam a presença da atitude de reconhecimento de diferentes níveis de realidade:

É **impossível** saber realmente o que gera os fenômenos da natureza, através de estudos se criam **teorias que podem explicar eles**, essas teorias **não são únicas**. A teoria utilizada pela maioria acaba sendo aquela feita pela pessoa com maior poder no meio.

Os fenômenos da natureza são uma interrogação para os seres humanos, **onde podem existir várias explicações para eles, mas nunca teremos certeza de nada.** (ibid. p. 45 – 46, grifo nosso)

Após a realização de sua pesquisa, o pesquisador retornou à escola onde a havia realizado e percebeu que seus alunos haviam publicado um texto, no jornal da escola, que surgiu dos momentos de questionamento em suas aulas. No texto temos a manifestação do indicador a partir da seguinte sentença:

A verdade é que a **Ciência e a Religião não existem separadamente**. Da Religião, nasceu a Ciência e seus questionamentos. E, mesmo assim, nem tudo pode ser comprovado por fórmulas matemáticas, observações astronômicas ou teorias científicas. **A Ciência não supera a Religião e vice-versa**. Elas partem do mesmo ponto – da Necessidade do ser humano por explicações – mas seguem sentidos opostos. **Tentam explicar o mundo de formas diferentes:** a Religião parte da fé, enquanto a Ciência se limita ao material ou visível, se limita àquilo que se pode comprovar experimental e repetidamente. (ibid. p. 53, grifo nosso)

O aluno trouxe, em seu texto, uma visão de que a religião e a Ciência, apesar de serem diferentes, possuem algo em comum: a necessidade de explicações para com os seres humanos. São visões distintas acerca da ocorrência dos fenômenos no mundo e existem em conjunto no mesmo tempo e espaço.

## TRANSCENDÊNCIA

Este indicador nos traz uma ideia da capacidade dos seres humanos conseguirem transcender sua própria existência utilizando fundamentos do passado para projetar suas contribuições positivas no futuro, no intuito de se melhorar o que está ruim (MACHADO, 2016). No caso do ensino de Ciências, pensamos em uma transcendência de um universo fechado de forma com que possa trazer uma multiplicidade de conhecimentos e levar em consideração os diversos saberes.

No TR1/BDTD este indicador se fez presente no capítulo que trata sobre a origem da Cosmologia. O pesquisador traz uma ideia do filósofo Heráclito de Éfeso que transmite uma noção de transcendência a partir da ideia de mundo em movimento e mudança, onde ele diz que “[...] o mundo era algo em **eterna mudança**, um eterno ‘vir a ser’, pois para ele: todo ser estático baseava-se num logro; seu princípio universal era o fogo, um símbolo para o contínuo fluxo e a permanente mudança em todas as coisas” (STREHL, 1996, p. 47, grifo nosso).

No TR4/BDTD este indicador se manifesta a partir da fala de um dos alunos que participou da atividade do pesquisador, nos dizendo que todo o conhecimento que foi produzido pela humanidade é produto científico, religioso e de interação entre as pessoas que se inserem em um contexto social-terreno-cultural:

Seja **científico, religioso ou de qualquer outra natureza**, todo o conhecimento produzido e acumulado pela humanidade jamais deixará de ser produto da **interação de pessoas** inseridas num contexto **social-terreno-cultural**. Quanto à origem do universo, penso que todas as explicações são válidas na medida da compreensão e do significado que cada um atribui às palavras, aos símbolos e aos gestos. (ARTHURY, p. 110, grifo nosso)

No TR5/BDTD este indicador se elucida a partir de uma fala analisada de um dos alunos investigados pelo pesquisador, onde trata sobre as questões primordiais realizadas pela humanidade que são transpostas de geração a geração:

O início do universo sempre foi algo muito questionado, levando muitas pessoas a se perguntarem sobre o surgimento de tudo. As primeiras questões levantadas pelo ser humano, desde o começo de sua vida são: **“Quem somos?”**, **“Para onde vamos?”** e **a principal: “De onde viemos?”**. Essas perguntas **são feitas por todos**, e acredito que **desde os primórdios há essa indagação** sobre a origem de tudo, pois simplesmente nascemos, crescemos e não conseguimos entender o porquê de nossa existência. (BAGDONAS, 2011, p. 197, grifo nosso)

O aluno demonstra ter a consciência, a partir de suas vivências, de que estes são os questionamentos mais antigos realizados pela humanidade. O que demonstra que temas como

a Cosmologia fazem com que os alunos se sintam transcendentemente acerca destes questionamentos, pois estão muito além do tempo em que estes surgiram.

No TR6/BDTD a pesquisadora realizou um questionamento referente à importância do ensino de Cosmologia para um grupo de professores, eles demonstraram que “[...] se trata de um tema extremamente rico e interdisciplinar, que pode ser facilmente relacionado com outros temas da física e de outras disciplinas” (SKOLIMOSKI, 2014, p. 157, grifo nosso). Nesta citação encontramos um equívoco no significado das palavras interdisciplinar, que neste caso, entra com o sentido de tema transversal. A transversalidade de um tema nos diz que este pode ser abordado por diferentes esferas do conhecimento e que este não pertence a uma área de ensino especificamente (MENEZES, 2001), como é o caso da Cosmologia. Essa citação nos mostra a multidimensionalidade da temática e como ela pode ser abordada em diferentes disciplinas.

## RESPEITO PELO OUTRO

Este é um indicador que surgiu da ética da diversidade proposta por D’Ambrósio (2001), que nos faz refletir em relação ao respeito pelo diferente, pois respeitar pessoas com ideias semelhantes às nossas é uma tarefa fácil. Contudo, aprender a respeitar o diferente é uma tarefa de vital importância para a Transdisciplinaridade, pois “[...] promoverão processos de reconexão, pelos quais o sujeito abrirá canais de comunicação com o Universo, se reconectando ‘com o outro para escutá-lo de maneira atenta e sensível’” (MORAES, 2013, p. 11).

No TR9/BDTD este indicador esteve presente quando a pesquisadora realizou uma atividade investigativa referente à ideia do Big Bang, promovendo um debate entre grupos de alunos organizados. A pesquisadora afirma que um dos grupos “se organizou de modo a proceder as discussões, debateu as informações do texto e os conhecimentos de cada integrante de forma respeitosa e colaborativa” (SEFERIN, 2016, p. 133). Além da manifestação de um aluno:

Nossa! Muito melhor esta atividade mais dinâmica, a gente pode formar grupo onde podemos trocar ideias, podemos errar e depois avaliar nossos erros, ao contrário de uma prova tem de acertar. (Fala de um aluno do grupo G205 da turma 2V2 ao final a atividade Big Bang ao ser questionado sobre o que achou da atividade). (SEFERIN, 2016, p. 133)

Também se manifestou a partir de respostas de um questionário aplicado nos alunos no intuito de verificar suas percepções quanto à aprendizagem. A pesquisadora, a partir das respostas, percebeu que o “[...] trabalho em equipe e o respeito à opinião do colega foram mencionados dentro dos conteúdos procedimentais e atitudinais reconhecidos por eles em sua aprendizagem” (SEFERIN, 2016, p. 141).

## SOLIDARIEDADE

Também é um indicador oriundo da ética da diversidade, e traz a ideia de uma solidariedade no sentido de generosidade (MACHADO, 2016). Ou seja, doar-se para o outro sem interesses, de forma espontânea. Pois,

[...] o ser humano tem um potencial latente para manifestação de qualidades positivas que pode ser ativado pela educação, pois a generosidade, a fraternidade, a solidariedade e o amor, todos [estão] presentes em cada pessoa, esperando apenas as condições favoráveis para florescer. Esperando o toque de amor dos educadores. (VIANA; OLIVEIRA, 2011, p. 49)

Este indicador se elucidou no TR1/BDTD, a partir da seguinte fala de um aluno: “Também é assustador saber o nosso **tamanho insignificante perante ao Universo!**” (AGUIAR, 2010, p. 148, grifo nosso). A palavra solidariedade não está explícita na sentença, porém a palavra insignificância sim.

Segundo pesquisas realizadas por um grupo de psicólogos de diversas universidades norte americanas, esse sentimento de insignificância, chamado de *Awe*, é manifestado a partir de experiências espirituais, naturais, com artes, músicas, etc. que causam a sensação de ser diminuído a partir de algo grandioso. Eles estudaram a relação desse sentimento despertar ações pró-sociais nos indivíduos, tais como a compaixão, a solidariedade, etc. Como citam os autores:

Os relatos em primeira mão do sentimento *Awe* durante as experiências com religião e espiritualidade, natureza, arte e música geralmente se concentram em dois temas: o sentimento de ser diminuído na presença de algo maior e a motivação para ser bom para os outros. (PIFF at al., 2015, p. 883, tradução nossa).

Esta citação pode ser utilizada nos indicadores: respeito pelo outro, solidariedade e cooperação, que são todos oriundos da ética da diversidade.

## COOPERAÇÃO

Este indicador também foi proposto na ética da diversidade, nos trazendo a ideia de uma cooperação da humanidade para o seu desenvolvimento humano, científico, espiritual, etc. (D'AMBRÓSIO, 2001).

No TR1/BDTD este indicador esteve presente na questão de diferentes concepções religiosas, onde uma não compete com a outra, mas sim podem ser complementares e convergentes, trazendo maior valor pedagógico ao tema.

É importante relembrar que o **objetivo não** é criar uma **disputa** entre concepções religiosas, mas antes de tudo, informar ao estudante que essas convergências existem, o que, no mínimo, pode se tornar um elemento de valor pedagógico em relação ao assunto Cosmologia, pois o mesmo pode ser explorado inclusive a partir das concepções cosmológicas religiosas pré-existentes nos alunos. (STREHL, 1996, p. 57)

No TR9/BDTD a pesquisadora, ao realizar uma atividade em grupo com seus alunos acerca da expansão do universo, notou que nos debates os alunos se auxiliavam na formação de uma opinião final. Ao realizar um questionário com seus alunos sobre a atividade, respostas como: **“Aprendi a trabalhar em grupo, a escutar a opinião de todos e compreender e saber mais sobre o universo”** e **“Aprendi sobre a formação do universo, como as coisas ocorrem no universo, além de eu ter aprendido a trabalhar em equipe e respeitar a opinião do outro”** (SEFERIN, 2016, p. 130) se fizeram presentes.

## APRENDER A APRENDER

Este indicador é a capacidade de rever os conhecimentos adquiridos e compreender a evolução destes conhecimentos (MACHADO, 2016). A aprendizagem acontece nas interações que estabelecemos com o outro. E “[...] essa interação requer vontade de aprender com outro, e ensinar também ao outro, outrar-se, ou seja, deixar-se contagiar por algo de sentido novo e diferente” (MACHADO, 2016, p. 80).

Estamos vivendo na era pós-moderna, onde as profissões estão mudando cada vez mais rapidamente. Ou seja, o aluno está se preparando no modelo tradicional de ensino para profissões que amanhã podem estar obsoletas. Portanto, a capacidade de aprender a aprender, outrar-se, é de extrema relevância neste momento.

Este indicador esteve presente no TR1/BDTD na seguinte colocação do autor em seu capítulo acerca os diferentes modelos de Universo:

Com isso, a cosmologia começou a ganhar contornos científicos, tomando-se mais instigante do que nunca, ao abordar questões que antes diziam respeito apenas à religião e à filosofia, e que motivam justamente por **“mexer” com a visão de mundo** das pessoas. E é essa motivação que faz com que a cosmologia seja um tema de grande relevância dentro do ensino de física, proporcionando o **interesse não só pela física, como por questões existenciais, nascidas de um diálogo entre ciência e religião.** (STREHL, 1996, p. 62, grifo nosso)

Como visto na citação, a partir de temas como este a “visão de mundo” das pessoas começa a tomar novos rumos o que acaba por despertar um interesse maior acerca de outras questões, reaprendendo como interpretar o mundo.

No TR6/BDTD o indicador se mostrou a partir da seguinte citação da pesquisadora sobre o interesse dos professores em Cosmologia:

Outro dado que vem **evidenciar o interesse** dessas pessoas por cosmologia é o fato de **93% procurarem se informar** sobre o assunto através de outros meios, como a divulgação científica feita por revistas, documentários, entre outros. Ou seja, mesmo aqueles que não fizeram disciplina referente ao assunto na graduação, [...] possivelmente eles tenham algum tipo de conhecimento sobre o assunto **obtido por meios informais.** (SKOLIMOSKI, 2014, p. 156, grifo nosso)

Ou seja, dos professores analisados pela pesquisadora, quase sua totalidade busca se informar acerca do tema buscando outras fontes de informações, estando em uma contínua aprendizagem acerca da temática Cosmologia. Isso também pode se elucidar devido a grande quantidade de novas informações nesta área a partir das pesquisas atuais.

No TR9/BDTD este indicador esteve presente quando a pesquisadora realizou uma atividade em grupo, onde os seus alunos discutiam acerca do Big Bang e sentiam liberdade em errar e aprender com seus erros:

Aluno: Gostei desse tipo de atividade! A gente tem a oportunidade **de errar e poder corrigir**, pensar mais e **discutir a questão com o grupo** e tentar acertar mais uma vez, o que não acontece em uma prova. (Fala de um aluno do grupo G404 da turma 2V4 ao final a atividade Universo Balão ao ser indagado sobre o que achou da atividade)

Pesquisadora: No contexto de uma atividade de cunho investigativo, o estudante percebe que toda atividade é passível de erros e que **mais importante que acertar é reconhecer o erro e buscar formas de corrigi-lo.** No decorrer das atividades, observamos essa mudança na atitude dos estudantes com relação à aceitação da possibilidade de errar e não ser punido por isso, tendo abertura para aprender com os próprios erros. (SEFERIN, 2016, p. 133, grifo nosso)



A partir da atividade que envolvia discussões acerca do modelo cosmológico do Big Bang, estes alunos sentiram-se na liberdade de errar e discutirem possibilidades diferentes, aprendendo uns com os outros, para chegar a uma resposta final do grupo.

## LÓGICA DO TERCEIRO TERMO INCLUÍDO

A lógica do terceiro termo incluído, bem como a dialética, trazem uma ideia de que verdades absolutas e bem determinadas são questionáveis com os movimentos pós-modernistas e o surgimento da Física Quântica (NICOLESCU, 1999).

No TR1/BDTD o indicador esteve presente na seguinte colocação citada pelo pesquisador a partir das ideias de Capra: “Heráclito ensinava que todas as **transformações no mundo** derivam da interação **dinâmica e cíclica dos opostos**, vindo qualquer par de **opostos** como uma **unidade**” (CAPRA, 1975, p. 24, grifo nosso). A partir desta afirmação vemos a presença da dialética ao trazer que todas as transformações são geradas a partir de um movimento dialético entre opostos, que por final são unos. Assim como na citação abaixo, que traz a mesma ideia a partir de uma tese e uma antítese acerca do início do universo:

[...] sentia que havia **argumentos igualmente fortes** tanto para acreditar na **tese** de que o Universo tem um começo, quanto a **antítese** de que ele existiu desde sempre. Seu argumento para a tese era que, se o Universo não tivesse tido um começo, haveria um período de tempo infinito antes de cada evento, o que ele considerava um **absurdo**. O argumento para a antítese era que, se o Universo tivesse tido um começo, haveria um período de tempo infinito antes dele; **então, por que o Universo deveria começar em algum instante particular?**” (STREHL, 1996, p. 60, grifo nosso)

Estas movimentações de ideias opostas, depois geraram uma síntese de que na verdade não deveríamos considerar o espaço como infinito, mas sim o tempo. Talvez se essa movimentação de ideias e críticas não tivesse acontecido, a tese ou a antítese poderia ser aceita, o que não causaria a evolução de considerarmos o espaço infinito.

Em outra sentença, em suas considerações finais, o autor traz que

[...] um conhecimento deixa de ser visto como **‘verdadeiro’** ou **‘falso’** em termos absolutos, pois a compreensão de que o conhecimento **muda com o tempo**, e o que é ainda mais fundamental, de **como este conhecimento muda**, pode ser o antídoto contra a relativização excessiva do conhecimento, que decorre muitas vezes da análise apressada do **‘semi-leigo’**, que tende a associar essas **mudanças a não confiabilidade do conhecimento**. (STREHL, 1996, p. 62, grifo nosso)

A partir do momento em que nos damos conta de que os conhecimentos estão em eterna mudança ao longo do tempo, e como esta mudança se dá, as pessoas que as associam a uma não confiabilidade do conhecimento irão perceber que os conhecimentos deixam de ser verdades absolutas.

No TR3/BDTD este indicador se fez presente a partir de frases de alunos que elucidam, a partir da Cosmologia, uma visão de Ciência em construção e a presença de discussões, como sendo vitais, para a construção desta realidade.

[...] algo '**em construção**', baseada nas imagens de 'Construção da Realidade'[...]. A boa aceitação de tais discussões pelos educandos e o **tipo de debates** que elas proporcionavam em sala de aula, indicaram que um aprofundamento em tais temas da Astronomia, não só enriqueciam de forma bastante prazerosa o ambiente de aprendizagem escolar, como deveriam fazer parte permanente do curso de Física. (AGUIAR, 2010, p. 84-85, grifo nosso)

Quando o autor descreve os principais objetivos de sua abordagem ele traz que:

E, no bloco III (Tópicos de Cosmologia), pretendia-se dar ênfase à dimensão epistemológica do conhecimento físico, com a explicitação da Física como uma **ciência em construção** e do saber científico como **algo inacabado**.

[...] 'Afinal, de que o mundo é feito?', a qual não foi respondida, mas sim, deixada como provocação através de uma discussão sobre o que está atualmente **em aberto na astrofísica e na cosmologia**: os conceitos de Energia escura e Matéria escura, que poderão determinar o entendimento que fazemos sobre o início e os possíveis fins do Universo. (ibid, p. 93-121)

Assim, a partir de alguns depoimentos de seus alunos, foi percebido que seus objetivos foram atingidos:

Percebi [...] que nós **tanto temos ainda há descobrir/investigar** e sobre o que acontece ao seu redor.

[...] E o mais importante foi, que a ciência **não é uma verdade absoluta**, ela apenas tenta através de modelos discutir sobre os nossos primórdios ou até nosso futuro. (ibid, p. 145-146, grifo nosso)

No TR4/BDTD este indicador elucidam-se a partir de falas de alunos acerca da importância da abordagem realizada pelo pesquisador que disponibilizou um texto com controvérsias acerca da origem do universo, em conjunto com apresentações:

O texto e sua apresentação contribuíram, de modo geral, para que eu compreenda a atividade científica como uma atividade numa busca eterna por respostas, que por muitas vezes não são atingidas. Uma atividade que não possui uma verdade absoluta, e sim verdades transitórias. (ARTHURY, 2010, p. 104)

Como podemos perceber, o aluno em seu depoimento diz que passou a compreender a atividade científica como uma busca por respostas infinita, podendo ou não serem atingidas, não havendo uma verdade absoluta, mas sim transitória.

Outra indicação da presença deste indicador se elucida em uma das falas de um aluno que diz que quando compreendemos a ciência, podemos formar opiniões críticas acerca dela, podendo assim, seus resultados serem otimizados e não como sendo verdades científicas absolutas.

[...] ‘ao se compreender a ciência, é possível construir uma opinião crítica acerca dela’. Na entrevista, este aluno complementou sua resposta colocando que, quando se refere a ‘uma opinião crítica acerca dela’, da ciência, não quer dizer um ceticismo em relação à própria atividade científica, mas sim um permanente estado de vigília em relação aos seus resultados, que certamente podem ser otimizados, alterados ou substituídos conforme as necessidades descritas [...] (ARTHURY, 2010, p. 100)

Outra manifestação se dá na fala do aluno que nos traz sua visão acerca de como o conhecimento científico é produzido, a partir de “disputas” entre teorias distintas e que mesmo quando uma teoria é predominante, isto não quer dizer que outras teorias não possam existir. Trazendo também, a importância de existirem aspectos maleáveis para maior durabilidade nas teorias:

O exemplo da ‘disputa’ entre as diferentes teorias cosmológicas (Big Bang e suas rivais) evidenciou o que é importante num programa de pesquisa para que ele seja aceito na comunidade científica, e que, mesmo tendo um predominante, **outros programas podem correr paralelamente, por escolha pessoal de alguns cientistas**. Além disso, a própria evolução da teoria do Big Bang mostra como uma teoria científica **tem aspectos maleáveis**, o que permite sua maior durabilidade. (ARTHURY, 2010, p. 106, grifo nosso)

No TR5/BDTD este indicador foi identificado a partir de um questionamento realizado pelo pesquisador a seus alunos após a leitura de um texto acerca da natureza da Ciência que englobou as evoluções dos modelos cosmológicos. O questionamento era referente à teoria do Big Bang ser uma verdade absoluta e provada cientificamente. Assim, a partir disto, a maior parte dos alunos diz que a teoria não está provada em um sentido absoluto, mas sim em um sentido de indícios. Somente um dos alunos, após a leitura do texto, acredita que o Big Bang está provado, definitivamente.

Abaixo temos algumas das falas dos alunos corroborando a afirmação acima e elucidando que as teorias científicas são mutáveis a partir de um processo dialético.

Há muitas evidências para acreditar que a teoria do Big Bang é verdadeira, mas **também há contradições** [...] Ainda **não acabaram as dúvidas** sobre a origem do universo, por isso a teoria do Big Bang **não está provada**, ela explica muitas coisas,

mas falha em algumas outras. **E muitas mudanças ainda ocorrerão nas teorias sobre a origem do Universo.** (BAGDONAS, 2011, p. 203, grifo nosso)

[...] **a ciência é mutável**, a cada ano, novas evidências e teorias vão surgindo com o aprimoramento das tecnologias para a pesquisa. [...] **as evidências apontam para o Big Bang [...] porém isso pode mudar**, pois existem muitas pesquisas em andamento que poderão descobrir novas evidências contrariando tudo que sabemos hoje. (ibid, p. 204, grifo nosso)

Ao aceitar a ideia que o Universo teve começo, através da teoria do Big Bang, e vistas as **inúmeras evidências existentes** de sua veracidade, **é comum** deparar-se com quem **diga irrefutável esta teoria**. Entretanto, é essencial lembrar-se que, **na Ciência**, a qualquer momento uma **nova evidência pode pôr qualquer teoria abaixo**. (ibid, p. 204)

Acredito que **mesmo com várias evidências** a favor do Big Bang, **não há nada definitivo**. [...] Estas provavelmente sempre serão **'questões abertas'**, e o homem **tentará** prová-las [...]. (ibid, p. 205)

Devemos lembrar que a ciência **não é tida como verdade absoluta**. Por mais que tenhamos pistas, evidências **não temos todas as respostas**. [...] **Gamow foi o vencedor**, porque sua teoria encontrava-se mais adequada continha evidências e **respondia a um número maior de questionamentos**. (ibid, p. 205)

No TR6/BDTD a pesquisadora realizou um questionamento aos professores entrevistados quanto à importância do ensino de Cosmologia. Uma das respostas nos traz a seguinte ideia de que a Cosmologia, possivelmente “[...] seja o tema que deu origem ao pensamento científico, e abordá-lo torna possível discutir a natureza da ciência através de sua rica história e dos pensamentos filosóficos envolvidos” (SKOLIMOSKI, 2014, p. 157). A abordagem da temática torna possível discutir a natureza da ciência, levando em consideração momentos históricos e filosóficos, para que os alunos possam evoluir suas ideias iniciais.

Ainda nesse trabalho, temos a seguinte fala de um professor sobre a Cosmologia ser um tema que permite uma discussão mais profunda sobre a natureza da ciência e que traz uma visão natural acerca do processo coletivo da sociedade na construção da ciência:

Minha opinião é que é um tema cuja abordagem **permite uma discussão mais aprofundada** acerca da natureza da ciência bem como uma discussão **da elaboração da ciência** como resultado de um **processo histórico coletivo** em que vários cientistas vão arguindo a fronteira do conhecimento de forma que a resultante desse processo coletivo de construção da ciência **seja vista**, pelos alunos, de uma **forma natural** e dentro de um processo histórico de uma época. (ibid, 2014, p. 168, grifo nosso)

No TR8/BDTD o pesquisador realizou um jogo com seus alunos que envolviam debates acerca da natureza da Ciência a partir de episódios da Cosmologia (modelos cosmológicos). Em um debate realizado na turma, dois alunos realizam um processo dialético a partir de uma dinâmica. Na dinâmica um deles defendia as ideias de Einstein e outro as ideias de Friedman. Um dos alunos declara que o reconhecimento de erros não ajuda em nada

em pesquisas, porém o outro aluno entra com o argumento da importância do reconhecimento de erros no progresso da Ciência. Observe a mudança de pensamento do Aluno 1 a partir do argumento do Aluno 2:

Aluno 1: Ele [Einstein] reconheceu o erro, **mas e daí? Que isso ajuda na cosmologia?** Não é querendo ser arrogante, mas ele é esperto. **Reconhecer erro não ajuda em nada a pesquisa.**

Aluno 2: É importante reconhecer um erro porque **isso ajuda ele a entender melhor sua própria teoria.** Alguém de fora ajudou ele a **ver erros que sozinho não conseguiu.**

Aluno 1: **Tudo bem, é bacana reconhecer** mas isso não é um argumento que justifique dar prêmio para ele. (BAGDONAS, 2015, p. 169, grifo nosso)

A partir deste processo dialético, pudemos notar a mudança de ideias que um debate pode gerar entre os próprios alunos. Apesar de o Aluno 1 ainda discordar do prêmio dado a Einstein, ele modificou seu pensamento em relação ao reconhecimento de erros no processo de validação e evolução das ideias científicas.

No TR2/CAPES este indicador se manifestou a partir de um curso realizado pelo pesquisador com seus alunos acerca da evolução das ideias sobre Cosmologia levando em consideração o contexto das pessoas e também, trabalhou com controvérsias e diálogo entre seus alunos de forma com que esses possam exercitar suas visões críticas.

Em uma atividade envolvendo a idade do universo a partir da Termodinâmica e outras ideias acerca da idade do universo o pesquisador deu início a uma série de discussões. Pela Termodinâmica, o universo se encaminharia para uma morte térmica em um tempo inferior ao previsto por Lyell e Darwin (estudaram a geologia terrestre). Assim, falas como “O problema é, e se hoje em dia ainda estiver faltando teoria para explicar algumas coisas?” (JARDIM, 2012, p. 68) e “É interessante pensar também que, por causa de um novo objeto de estudo, um modelo pode sofrer tantas modificações, sendo salvo ou até mesmo se comprometendo de vez” (ibid, p. 69), surgiram dos alunos.

Estas falas expressam que a atividade fez com que os alunos discutissem e se questionassem acerca desta “falta” de comprovações de algumas teorias atuais, e que surgindo novos objetos de estudo os modelos podem sofrer variações ou até mesmo se extinguirem. É interessante os alunos avançarem nestas visões para que possuam a ideia de ciência como algo a ser construído e modificável, e não imutável por si só.

## COMPLEXIDADE

Como dito ao longo deste trabalho a complexidade possui o significado de algo que foi tecido de forma inseparável, um tecido, que contém todos os acontecimentos, ações, interações, acasos, etc. Este conjunto, constituindo o mundo fenomenal. A complexidade não almeja nos dar todas informações acerca de um fenômeno estudando, mas sim considerar suas multidimensionalidades e também comportar a incompletude e a incerteza (TRONCA, 2006).

Assim, a complexidade elucidou-se no TR1/BDTD em duas sentenças. A primeira diz respeito a uma afirmação de Buda acerca da fragmentação da totalidade:

Porém, qualquer incursão de origem **fragmentária** que não retome **ao todo**, tende a gerar **distorções e sofrimento**, o qual, segundo a concepção budista, acontece quando **resistimos ao fluxo da vida** e nos apegamos às formas que **julgamos fixas**, que podem ser coisas, fatos, idéias e até mesmo pessoas. ‘Todas as coisas surgem e vão embora’, disse Buda. A aproximação de ambas as culturas pode resultar num caminho interessante à consciência humana, que poderá, quem sabe, aprender a **transitar entre a fragmentação e a totalidade**. (STREHL, 1996, p. 41, grifo nosso)

Esta citação nos traz que toda a forma de fragmentação, não retornando ao todo, causa distorções e sofrimento, pois o mundo é complexo, portanto fragmentações não o descrevem. O sofrimento existe quando resistimos ao fluxo da vida nos apegando a ideias fixas.

Outra sentença onde a complexidade se torna presente está no conceito de singularidade:

Segundo esta teoria, há aproximadamente 15 bilhões de anos atrás, todo o Universo estaria concentrado em um único ponto, com densidade e temperatura infinitas. **Neste instante, denominado de ‘singularidade’, as leis da física conhecidas não são aplicáveis**. A partir deste instante, o Universo começou a se expandir, e a densidade e temperatura começaram a cair. (STREHL, 1996, p. 51, grifo nosso)

O estudo das singularidades é uma forma de compreender a complexidade de nosso universo, onde sua multidimensionalidade é manifestada, trazendo a incompletude e a incerteza, pois as leis da Física não se aplicam neste instante, mesmo as teorias indicando que é de onde todo o Universo surgiu.

No TR3/BDTD este indicador se manifestou a partir de um questionário de avaliação da proposta realizada pelo pesquisador. No questionário havia um questionamento quanto a se a visão de mundo e universo dos alunos havia se modificado. Assim, a complexidade surgiu nesta frase “Antes eu não sabia quase nada, e agora eu sinto que **sei o bastante** para entender várias coisas um pouco **mais complexas**” (AGUIAR, 2010, p. 131). Nesta frase o sentido de complexo é indicado como sendo a união de vários conhecimentos.

No TR4/BDTD este indicador se manifestou a partir da seguinte fala de um dos alunos participantes da abordagem realizada pelo autor: “O processo pelo qual a atividade científica desenvolve-se é complexo, pois engloba aspectos sociais, filosóficos, históricos e até mesmo pessoais, já que o cientista é um ser humano que vive em um momento histórico” (ARTHURY, 2010, p. 106). Esta frase nos traz que o aluno pode compreender a multidimensionalidade da atividade científica, pois “[...] a cosmologia moderna foi usada como exemplo de todos esses aspectos da ciência” (ibid, 2010, p. 106).

No TR5/BDTD um aluno nos traz uma reflexão acerca das observações de modelos científicos dos quais nos levam a níveis tão complexos que nem mesmo as leis convencionais poderiam ser explicadas. Além disto, traz que acha “bizarro” pensar o que haveria em torno das singularidades.

As observações em modelos e as conjecturas dos cientistas apontam para a direção em que o universo foi infinitesimalmente minúsculo, e infinitamente denso. Nessas condições, **as leis convencionais da física não podem ser aplicadas**, pois quando se tem a dimensão nula e a massa infinita, qualquer evento antes desta singularidade não pode afetar o tempo atual, pois ao iniciar o universo, expandindo a massa e ao mesmo tempo se desenvolvendo em todas as direções, indica que o tempo também esteve nesta singularidade, logo o tempo era nulo. Assim, novamente **acho ‘bizarro’ pensar no que haveria em volta desse ponto [...]** (BAGDONAS, 2011, p. 201, grifo nosso)

Na próxima sentença de um dos alunos, trazemos a ideia de incompletude da teoria do Big Bang e de esta suportar distintas multidimensionalidades, tais como a expansão do universo, a radiação cósmica de fundo, relatividade de Einstein e a expansão do universo. Por isso o aluno relata ser, para ele, a mais aceita.

Mesmo com diversas **controvérsias quanto ao modelo do Big Bang**, que o modelo viola a primeira e a segunda lei da termodinâmica, que há uma interpretação errônea dos resultados do experimento com redshift e que o período inicial do Big Bang parece violar a norma de que nada pode viajar em velocidade superior à da luz. O modelo do Big Bang é atualmente, **em minha opinião, o que melhor descreve o início do universo** devido às observações experimentais e o embasamento teórico da teoria. Apesar de ainda **não ser um modelo perfeito**, o Big Bang faz previsões que descrevem observações experimentais como as de Hubble sobre o universo estar **em expansão, o redshift [...]** e a **radiação cósmica de fundo**. Além de estar de acordo com a **teoria Geral da Relatividade de Einstein**. (ibid, p. 201, grifo nosso)

No TR8/BDTD este indicador se fez presente, primeiramente, em um dos objetivos propostos pelo pesquisador, que diz o seguinte: “Apresentar exemplos de teorias superadas em diferentes contextos culturais permite criticar ideias ingênuas sobre história e epistemologia da ciência, como a possível concepção de que a ciência atual pode resolver

todos os problemas” (BAGDONAS, 2015, p. 148). Este objetivo foi criado no intuito de os alunos poderem possuir uma ideia mais complexa em relação aos movimentos do universo e apresentar as principais limitações das ciências, por exemplo, o que é a matéria escura e energia escura.

Outra elucidação do indicador foi quando o pesquisador perguntou a seus alunos sobre se seria possível entender o universo como um todo, atualmente. Muitos alunos responderam que não, devido sua complexidade. Contudo, acham importante o estudo do universo, pois a Ciência evolui a partir disso:

Aluno 1: O Universo é infinito e, portanto, não pode ser medido, seria impossível entender ele como um todo, mas acho que vale sim a pena estudar o universo porque assim aprendemos mais sobre ele.

Aluno 2: [...] Para mim não é possível entender o universo, porque cada vez surge uma nova estrela, e então o universo vai se tornando cada vez mais intocável. (ibid, 2015, p. 218)

No TR10/CAPES este indicador esteve presente quando o pesquisador, após realizar uma dinâmica com seus alunos, verificou que um tempo mais tarde, na escola, uma turma que havia participado da dinâmica havia escrito um texto denominado “Perguntas sem respostas” no jornal da escola. Neste texto, haviam reflexões profundas acerca da complexidade do universo que os alunos haviam levantado a partir da participação na dinâmica com o pesquisador. Seguem abaixo alguns trechos selecionados do texto que indicam a presença de certo nível de complexidade no pensamento dos alunos:

Trecho 1: Perguntas que acercam a origem das coisas sempre instigaram o ser humano. Cada vez que vamos mais a fundo na busca pelo conhecimento, nos deparamos com tais questões. **E à medida que exploramos essas questões, elas vão tomando uma amplitude maior e se tornando quase inexplicáveis.**

Trecho 2: Mas o que seria da vida se não fosse pelo planeta Terra? Afinal, com um elemento químico a menos ou um a mais, a vida como a conhecemos poderia ser inviável. Entretanto, não podemos isolar o nosso planeta no espaço, **já que ele faz parte de algo muito maior que ele: o sistema solar.**

Trecho 3: Então nos deparamos com uma grande questão. Uma questão maior do que todos nós. [...] **Uma pergunta que todos irão fazer algum momento de sua breve existência. Qual a origem do universo?**

Trecho 4: **Talvez o homem nunca consiga visualizar a verdade por ela estar além de sua capacidade de compreensão.** Isso aconteceria porque nós entendemos o mundo a partir de nossas observações, portanto temos a tendência de relacionar, até os conceitos mais abstratos, com coisas palpáveis. **A resposta para essa grande questão pode simplesmente não estar em nosso campo de visão.** (GUTTMANN, 2011, p. 50-51, grifo nosso)

No TR11/CAPES este indicador se fez presente em uma atividade realizada pelo pesquisador envolvendo as interpretações acerca dos *redshifts* apresentados pelas galáxias. O



pesquisador decidiu falar de cientistas e de suas interpretações acerca do fenômeno. Um dos alunos disse: “Se existem teorias que buscam explicar algo atualmente, a gente ainda ouve falar de mais de uma para explicar o mesmo fenômeno. Quando a teoria já é mais aceita e vem do passado, parece que só existiu ela” (JARDIM, 2012, p. 81). O pesquisador concorda com seu aluno dizendo: “Concordo. É assim que muitas vezes nos é apresentada uma teoria, sem contexto e aparentemente sem discordâncias e controvérsias. Mas como podemos ver, existe maior complexidade na construção de um modelo do que apenas equações” (ibid, p. 81).

Essa discussão com seus alunos nos mostra a visão de que teorias mais novas, que ainda estão em discussão, são mais complexas do que as teorias “prontas” que são, muitas vezes, apresentadas a eles sem um processo de construção, discordância e controvérsias.

Outra indicação da presença do indicador é observada quando o pesquisador trabalha com seus alunos um tema envolvendo a matéria escura. A partir da teoria do Big Bang temos que a velocidade de rotação das galáxias poderia ser explicada por uma influência extra, denominada de matéria escura. Estas partículas de matéria escura, chamadas de WIMPs (*Weakly Interacting Massive Particles*) não são detectáveis ainda, pois não emitem radiação perceptível à nossa tecnologia (JARDIM, 2012). O pesquisador trouxe para seus alunos uma teoria que, segundo ele, havia sido publicada há poucos anos da realização desta atividade. O artigo se trata de uma nova proposição que excluiu a existência da matéria escura. A teoria é denominada de MOND (*Modified Newtonian Dynamics*) e seria responsável pela descrição de movimentos com aceleração inferiores a  $10^{-8}$  cm/s<sup>2</sup>, chamada de aceleração crítica (VELTEN, 2008). Essa aceleração, coincidentemente, seria exatamente a aceleração de alguns componentes de galáxias e aglomerados de galáxias, contudo não coincide com a teoria mais aceita (Big Bang).

Assim, um de seus alunos aponta que nunca ouviu falar desta teoria, e o pesquisador salienta que também não. Só havia ouvido falar devido ter realizado uma pesquisa sobre o assunto, salientando que “[...] a questão da existência de controvérsias na ciência e fatores que indicam a complexidade em sua construção foram destacados” (ibid, p. 87).

Outra presença do indicador se manifestou a partir da abordagem acerca de vida fora de nosso planeta. O pesquisador falou sobre a busca de alguns exoplanetas que possam conter micro-organismos, linha de pesquisa bastante desenvolvida hoje em alguns setores. Este é um assunto de extrema complexidade, pois não sabemos ao certo se estes organismos podem

evoluir de tal forma com que possam ser inteligentes e também, não possuimos tecnologia suficiente para que possamos explorar em locais mais distantes, ou seja, é um tema que possui incompletude. Assim, um de seus alunos diz o seguinte:

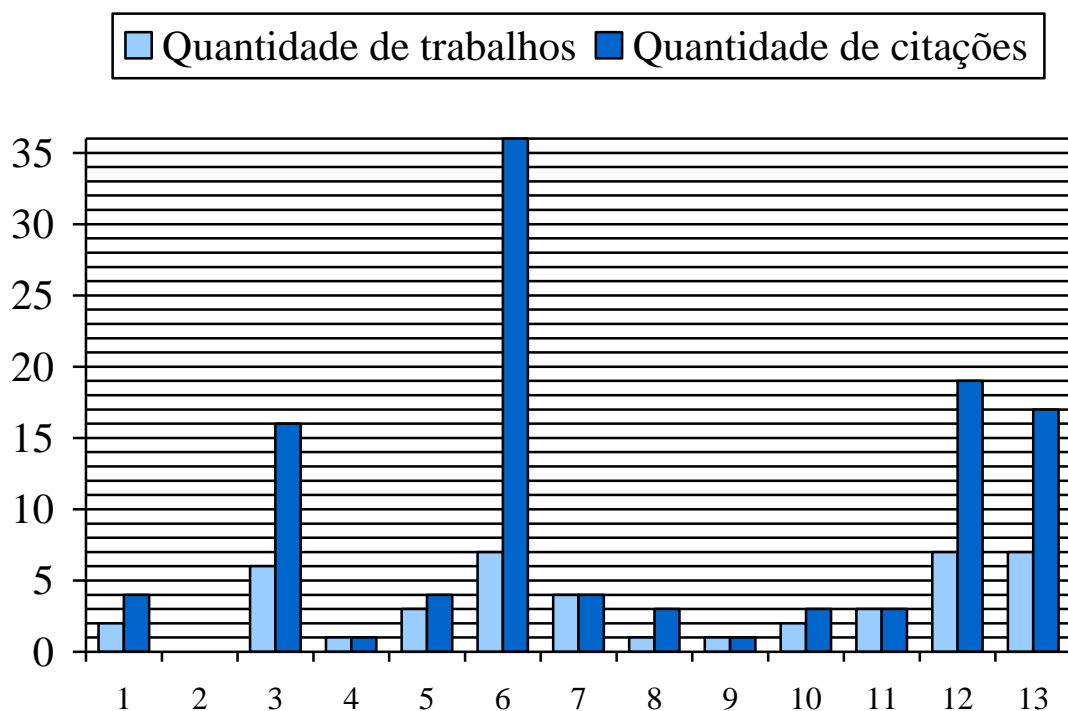
Quanto à vida fora da Terra, eu acredito que sim, porque não é possível que disso tudo que tem no espaço, só a Terra coitadinha, desse tamanhinho que vai ter vida. Agora, não acredito que vá ter vida igual a nossa. Acredito que tenha vida, agora não sei como elas sobrevivem, o que elas respiram, como bebem ou comem, ou até mesmo se precisam disso né...” (ibid, p. 92)

## GRÁFICOS DOS DADOS ANALISADOS

O gráfico 1 nos dá a relação entre a quantidade de trabalhos e números de citações para cada indicador qualitativo analisado anteriormente. No eixo y, temos a expressão de quantidades de trabalhos e de citações. Vale ressaltar que o número total de trabalhos analisados foi 9, portanto a barra azul mais clara que representa a quantidade de trabalhos e nunca irá ultrapassar este número no eixo y. Já o número de citações se estende até 36 em um único trabalho.

No eixo x, temos a representação de cada indicador numericamente, onde 1 – Pertença ao cosmo, 2 – Vivência no tempo presente, 3 – Presença do sagrado, 4 – Transculturalidade, 5 – Imaginário e imaginação, 6 – Diferentes níveis de realidade, 7 – Transcendência, 8 – Respeito pelo outro, 9 – Solidariedade, 10 – Cooperação, 11 – Aprender a aprender, 12 – Lógica do terceiro termo incluído e 13 - Complexidade.

**Gráfico 1 – Relação entre quantidade de trabalho e citações por indicador de atitude transdisciplinar.**



Fonte: autores.

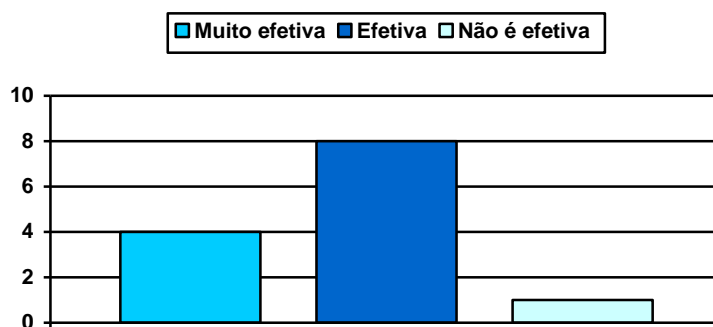
Como podemos notar, em relação ao número de trabalhos por indicador temos que os indicadores presença do sagrado, diferentes níveis de realidade, lógica do terceiro termo incluído e complexidade foram os mais evidenciados na análise realizada, totalizando 87 citações. Portanto, relacionando estas quantidades com as respostas dos estudantes, podemos dizer que o ensino de Cosmologia pode vir a proporcionar estes tipos de atitudes nos estudantes em um número mais significativo.

Já os indicadores menos evidenciados nos trabalhos foram os indicadores pertença ao cosmo, transculturalidade, imaginário e imaginação, transcendência, respeito pelo outro, solidariedade, cooperação e aprender a aprender. Apesar de serem encontradas manifestações destas atitudes em poucos trabalhos com algumas citações (totalizando 23 citações), não é um número tão significativo quanto os indicadores descritos acima. Assim, podemos dizer que o ensino de Cosmologia propicia pouca efetividade na manifestação destes indicadores a partir dos trabalhos analisados.

O único indicador que não apareceu em nenhum dos trabalhos foi o indicador vivência no tempo presente. Assim, podemos dizer que o ensino de Cosmologia não manifesta nos estudantes este indicador da atitude transdisciplinar.

O Gráfico 2 nos mostra uma estimativa da efetividade do ensino de Cosmologia na manifestação dos indicadores de atitudes transdisciplinares. Essa efetividade foi baseada no número de vezes em que o indicador se manifestou nas falas encontradas nos trabalhos analisados.

**Gráfico 2 – Efetividade do ensino de Cosmologia na manifestação dos indicadores de atitudes transdisciplinares.**



Fonte: autores.

A partir do gráfico 2 podemos interpretar que o ensino de Cosmologia é muito efetivo para a manifestação de 4 de atitudes transdisciplinares, é efetivo em 8 atitudes e não efetivo em uma. Estes dados foram baseados nas informações anteriores de número de citações por trabalho, evidenciando a atitude transdisciplinar. Assim, podemos considerar que o ensino de Cosmologia pode trazer a manifestação de atitudes transdisciplinares nos estudantes devido aos assuntos abordados por ela e a maneira como estes são abordados em sala de aula.

## 7- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando identificar relações entre o Ensino de Cosmologia e as atitudes transdisciplinares, dado que a Cosmologia se enquadra como sendo um tema transversal, foi utilizada uma pesquisa de cunho bibliográfico para uma visão mais ampla acerca deste estudo. Os trabalhos que fizeram parte desta análise constituem-se de dissertações e teses escritas por pesquisadores da área de ensino e educação em Ciências e Matemática, e podem ser encontradas nos repositórios brasileiros com a temática “Ensino de Cosmologia”.

A escolha pela Transdisciplinaridade se justifica devido esta visar ao incentivo de reflexões que levam os alunos a desenvolverem melhor convívio em sociedade, maior respeito às distintas opiniões entre seus colegas, melhor convivência, aprendendo com o outro para tornar o mundo um local cada vez melhor. Devido às inúmeras justificações, nos trabalhos analisados, percebemos que o Ensino de Cosmologia também se assemelha no incentivo do desenvolvimento dessas atitudes nos alunos que participaram de atividades envolvendo a temática.

Para que a ascensão do Objetivo deste trabalho fosse concluída buscamos atender, primeiramente, aos seus Objetivos Específicos. Assim, seguindo a ordem estabelecida, realizamos uma intensa impregnação acerca da Transdisciplinaridade, a partir de leituras de obras de autores relevantes, como Basarab Nicolescu, Edgar Morin, entre outros; incluindo a leitura da Tese de Machado (2016), que caracteriza atitudes de indivíduos transdisciplinares.

Ao selecionarmos os trabalhos, dos repositórios, foi realizada uma análise que nos permitiu selecionar os estudos mais relevantes acerca do Ensino de Cosmologia em nosso país, de acordo com o Objetivo de nosso estudo, nos fornecendo uma quantidade considerável de dados para a análise de nossa pesquisa.

Por final, as correlações entre o Ensino de Cosmologia e a Transdisciplinaridade, foram realizadas a partir da redação de um texto final baseado em uma análise crítica dialética de todo o processo de construção da síntese final que respondeu ao questionamento inicial desta dissertação: **Como o ensino de Cosmologia pode contribuir para o desenvolvimento de atitudes Transdisciplinares nos alunos?**

Desta forma, a partir desta pesquisa, identificamos que o Ensino de Cosmologia consegue proporcionar a manifestação da maior parte das atitudes Transdisciplinares, de acordo com Machado (2016), exceto uma delas: vivência no tempo presente. De acordo com

os gráficos gerados a partir da redação do texto final, os indicadores que mais se destacaram, com quase 80% das citações, são: presença do sagrado, diferentes níveis de realidade, lógica do terceiro termo incluído e complexidade. Os outros 20% das citações se distribuíram entre os indicadores pertença ao cosmo, transculturalidade, imaginário e imaginação, transcendência, respeito pelo outro, solidariedade, cooperação e aprender a aprender.

Relacionado a como o Ensino de Cosmologia pode fazer com que estas atitudes se manifestem, de acordo com as citações levantadas, chegamos à conclusão de que nenhuma das abordagens se enquadrou em uma metodologia totalmente baseada no ensino tradicional, somente transmissivo. Todas as abordagens, realizadas pelos pesquisadores, eram diferenciadas. Abordagens envolvendo epistemologia, debates sobre a Natureza da Ciência, histórico-filosóficas, controvérsias (como a do Big Bang e Estado Estacionário) e atividades investigativas estiveram presentes. Assim, para melhor entendimento levantamos os seguintes tópicos para descrever, em síntese, como o ensino de Cosmologia pode manifestar estas atitudes nos alunos que participaram destas atividades.

*Pertença ao cosmo* - A partir da união entre visões científicas e religiosas podemos ampliar a noção de realidade dos alunos, os fazendo evoluir do ponto de vista cósmico e ético. Quando se conhece o universo, temos uma noção mais integral e valorosa da vida, fazendo com que uma visão mais cósmica ou planetária seja desenvolvida nos alunos a partir da abordagem.

*Presença do sagrado* - Uma metodologia bastante interessante a ser utilizada no Ensino de Cosmologia é de se trabalhar com a construção da história da Ciência, podendo assim trazer aos alunos que esta também possui implicações religiosas. A partir do estudo da ligação entre modelos cosmológicos e mitos da criação, os alunos passam a ter uma visão de que estas duas vertentes se encontram em determinado momento. Assim, como a crença de muitos alunos na teoria do Big Bang ficou evidente, esses são levados a questionarem os momentos antes do surgimento do universo, fazendo com que a maior parte deles acreditem que exista algo, ou uma entidade sagrada que o tenha criado. Esta ideia traz conforto para muitos alunos.

*Transculturalidade* - Segundo os dados coletados, este indicador se manifesta ao dialogarmos com os alunos sobre distintas visões religiosas, tentando estabelecer pontos que convergem entre estas visões, fazendo assim com que os alunos saibam de suas existências e as respeitem.

*Imaginário e imaginação* - Este indicador se manifesta a partir do fascínio que as novas descobertas geram nos alunos, produzindo uma sensação de Ciência inacabada, o que pode trazer motivação para seus processos criativos.

*Diferentes níveis de realidade* - Na Cosmologia temos diferentes níveis de realidades representados pelas distintas teorias estudadas pelos cosmólogos, que distinguem diferentes comportamentos ou propriedades de nosso universo a partir destas. De acordo com a teoria do Big Bang o universo se comporta de uma maneira, de acordo com a teoria do Estado Estacionário, de outra. Este é um dos inúmeros exemplos de estudos do universo que elucidam a diferença de níveis de realidade. A noção de que as teorias se modificam de acordo com a realidade em que estamos inseridos pode ser trabalhada na evolução dos modelos cosmológicos com os alunos. Fazendo com que estes entendam que existem diferentes níveis de realidade que explicam a ocorrência dos fenômenos.

*Transcendência* - A partir da visão de que todo o conhecimento científico produzido pela humanidade é produto da interação entre distintos níveis de diferentes realidades, diversas pessoas e tempos diferentes os alunos passam a ter uma visão de transcendência acerca dos questionamentos mais primordiais da humanidade.

*Respeito pelo outro* - A partir de processos dialéticos entre os alunos, promovidos por uma situação em que o professor utiliza controvérsias para debater modelos cosmológicos, este indicador passa a se manifestar quando os alunos criam o hábito de ouvir, rebater argumentos e respeitar a oposição para que se crie um processo de construção de ideias.

*Solidariedade* - A estudar e dar-se conta da imensidão do universo, os alunos podem manifestar um sentimento denominado de *Awe*, que causa uma sensação de ser diminuto a partir de algo muito grandioso. A partir de estudos e pesquisas um grupo de psicólogos evidenciou relações entre esse sentimento e o desencadeamento de atitudes como solidariedade, compaixão, etc (PIFF et al., 2015).

*Cooperação* - A partir da realização de debates com temas variados em Cosmologia, muitos alunos relataram que aprenderam a trabalhar em equipe, e ouvir a opinião dos outros, a respeitando.

*Aprender a aprender* - A partir de questões levantadas com a temática Cosmologia, muitas visões de mundo acabam por se modificar, despertando um interesse em outras questões, tendo que reaprender a interpretar o mundo em que vivem. Como é um tema que se

modifica a todo instante, as pessoas que fazem uso dele necessitam estar em constante aprendizado.

*Lógica do terceiro termo incluído* - A partir da noção de que os conhecimentos estão em uma eterna mudança ao longo do tempo, e como esta mudança se dá, nossa visão sobre a existência de verdades absolutas acaba por se esvair. A partir de debates acerca de temáticas da Cosmologia como sendo algo inacabado, até mesmo a própria teoria do Big Bang, esta noção se manifesta nos alunos.

*Complexidade* - Alguns temas abordados em Cosmologia são de tamanha complexidade, tais como as singularidades, matéria escura, energia escura; que nem mesmo as leis da Natureza são capazes de explicá-las. Assim, os alunos passam a construir uma visão de Ciência mais complexa e incompleta, até mesmo uma visão de que a partir do momento que começamos a explorar cada vez mais algumas questões elas começam a se tornar inexplicáveis.

A partir destas considerações, esperamos que esta pesquisa possa esclarecer aos professores e pesquisadores de nossa área, as relações que o Ensino de Cosmologia possui com as atitudes transdisciplinares, e que possa servir como auxílio ao utilizar os dados coletados para futuras investigações nessa temática, utilizando-a em suas salas de aula de maneira com que estas atitudes tragam benefício a todos.



## REFERÊNCIAS

ARP, Halton. **Atlas of Peculiar Galaxies**. Pasadena: Caltech, 1966.

BAUMAN, Z. **A vida fragmentada: ensaios sobre a moral pós-moderna**. Lisboa: Relógio d'Água, 1995.

BAZETTO, Maria Cecília Queiroga; BRETONES, Paulo Sergio. A Cosmologia em teses e dissertações sobre ensino de Astronomia no Brasil. In: Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, 1, 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: 2011. Disponível em: < [http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2011\\_TCP30.pdf](http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2011_TCP30.pdf) >. Acesso em: 01 de out. 2017.

BÍBLIA SAGRADA. **Novo testamento**. São Paulo: SBI, 1993.

BONOMETTO, Silvio; GORINI, Vittorio; MOSCHELLA, Hugo. **Modern Cosmology**. Philadelphia: IoP, 2002, 495 p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC /SEF, 1998. 138 p.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017. 58 p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Proposta preliminar. Segunda versão revista. Brasília: MEC, 2016. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_publicacao.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf)>. Acesso em: 08 dez 2017.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ética / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BROCKELMAN, Paul. **Cosmologia e criação: A importância espiritual da Cosmologia Contemporânea**. São Paulo: Loyola, ed. 1, 2010, 208 p.

CAPRA, Fritjof. **O Tao da Física**. São Paulo: Cultrix, 1975.

CETRANS. **Centro de Educação Transdisciplinar**. Disponível em: < <http://cetrans.com.br/site/> >. Acessado em: 12 set. 2018.

CIRNE-LIMA, Carlos; LUFT, Eduardo. **Ideia e Movimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012, 352 p.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e mistos**. Porto Alegre: Artmed, 2 ed., 2007, 248 p.

CRUZ, Elisabete; COSTA, Fernando Albuquerque. Formas e manifestações da transdisciplinaridade na produção científico-acadêmica em Portugal. *Revista Brasileira de Educação*, v. 20, n. 60, 2015.

CIRNE-LIMA, Carlos; LUFT, Eduardo. **Ideia e Movimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012, 352 p.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Transdisciplinaridade**. São Paulo: Palas Athena, 2011, 174 p.

FREITAS, Ana Lúcia Souza de; MACHADO, Maria Elisabete; RODRIGUES Hemini Machado. **O diário de pesquisa na articulação da universidade com a escola**: registros de uma experiência em processo. 2013. Disponível em: <<http://coloquio.paulofreire.org.br/participacao/index.php/coloquio/viii-coloquio/paper/viewFile/177/85>>. Acessado em: 05 mai. 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 6 ed., 2008, 220 p.

HARRISON, Edward. R. **Cosmology: The Science of the Universe**. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.

KRAGH, Helge. **Cosmology and Controversy: The Historical Development of Two Theories of the Universe**. Princeton, Princeton University Press, 1996.

LAKATOS, Imre. O falseamento e a Metodologia de Programas de Pesquisa Científica. In: Imre, Lakatos; A Musgrave (Org). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix, EDUSP, p. 109-243. 1979.

LIDDLE, Andrew. **An Introduction to Modern Cosmology**. New Jersey: Wiley, 2 ed., 2003, 189 p.

LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Katál**, Florianópolis, v. 10, n. esp, p. 37-45, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-49802007000300004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-49802007000300004)>. Acessado em: 02 set. 2017.

MACHADO, Celso Pessanha. **Indicadores de Transdisciplinaridade**: ensaio da identificação e evidências na narrativa e atuação de professores de Ciências e Matemática. 2016. 158 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, PUCRS, Porto Alegre, 2016.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 2007, 228 p.

MELLO, Maria F. de; BARROS, Vitória Mendonça de; SOMMERMAN, Américo. Introdução. In: SOMMERMAN, Américo; MELLO, Maria de F.; BARROS, Vitória M. de. **Educação e Transdisciplinaridade II**. São Paulo: TRIOM, 2002, 216 p.

MENEZES, Luís Carlos de. Uma Física para o novo Ensino Médio. **Física na Escola**: São Paulo, v.1, n.1, p. 6-8, 2001. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/edicoes/category/39-volume-01-n-1-outubro?download=350:uma-fisica-para-o-novo-ensino-medio>>. Acessado em: 09 set. 2017.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. Verbete temas transversais. *Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrazil*. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <<http://www.educabrazil.com.br/temas-transversais/>>. Acesso em: 09 de out. 2018.

MORAES, Marielle Barros de; ALMEIDA, Marco Antônio de. Mediação da informação, ciência da informação e teorias curriculares: a Transdisciplinaridade na formação do profissional da informação. **Informação e Informação**, v. 18, n. 3, p. 175 – 198, set. /dez. 2013. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/12349>> . Acessado em: 02 out. 2017.

MOREIRA, Marco Antônio. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, n. 1, p. 94-99, mar 2000. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22a13.pdf>> . Acessado em: 20 set. 2017.

MORIN, Edgar. Os sete saberes necessários à educação do futuro. São Paulo: Cortez, 2007.

\_\_\_\_\_. Em busca dos fundamentos perdidos. Porto Alegre: Sulina, 2002.

MORIN, Edgar; KERN, Anne Brigitte. Terra pátria. Porto Alegre: Sulina, 2001.

NICOLESCU, Basarab. **O manifesto da Transdisciplinaridade**. São Paulo: Triom, 1999, 165 p.

\_\_\_\_\_. **Educação e Transdisciplinaridade**. São Paulo: Triom, 2000, 175 p.

\_\_\_\_\_. **Educação e transdisciplinaridade**. São Paulo: Triom, 2011.

OLIVEIRA, Jorge H. **Noções de cosmologia no ensino médio: o paradigma criacionista do Big Bang e a inibição de teorias rivais**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática, Universidade Estadual de Maringá, 2006.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre: Departamento de Astronomia – Instituto de Física da UFRGS, 2014, 810 p.

PAUL, Patrick. A imaginação como objeto do conhecimento. In: SOMMERMAN, Américo; MELLO, Maria F.; BARROS, Vitória M. (org.). **Educação e transdisciplinaridade II**. São Paulo: Triom, 2002.

PIFF, P. K. et al. Awe, the small self, and prosocial behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 108(6), 883-899, jun. 2015.

RANDOM, Michel. O território do olhar. In: SOMMERMAN, Américo; MELLO, Maria F.; BARROS, Vitória M. (org.). **Educação e transdisciplinaridade II**. São Paulo: Triom, 2002.

ROCHA FILHO, João Bernardes da; BASSO, Nara Regina; BORGES, Regina. Transdisciplinaridade: a natureza íntima da educação científica. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

ROSA, Cleci Werner; ROSA, Álvaro Becker. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 4, n.1, p. 1-18, 2005. Disponível em: < [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2\\_Vol4\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf) >. Acessado em: 16 set. 2017.

ROSS, Matts. **Introduction to Cosmology**. New Jersey: Wiley, 3 ed., 2003, 287 p.

SALVADOR, Ângelo Domingos. **Métodos e Técnicas da Pesquisa Bibliográfica**. Porto Alegre: Sulina, 1977, 239 p.

STUDART, Nelson. A invenção do conceito de Quantum de Energia segundo Planck. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, nº 4, p. 523-535, dez. 2001. Disponível em: < [www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22\\_523.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_523.pdf) >. Acessado em: 20 mai. 2018.

TRONCA, Dinorah Sanvitto. **Transdisciplinaridade em Edgar Morin**. Caxias do Sul: EDUCS, 2006, 116 p.

VELTEN, H. E. S. MOND: uma alternativa à Mecânica Newtoniana (MOND: na alternative to Nestonian mechanics)”. **Revista brasileira de ensino de Física**, v. 30, n. 3, 3314, 2008. VIANA, Rosa Maria; OLIVEIRA, Sandra de Fátima de. **O amor: fundamento da educação transdisciplinar**. Terceiro incluído, I, v. 1, n. 1, p. 45 – 57, jan./jun. 2011.

## REFERÊNCIAS DAS OBRAS ANALISADAS

AGUIAR, Ricardo Rechi. **Tópicos de Astrofísica e Cosmologia: uma aplicação de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. 2010, 204 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – USP, São Paulo, 2010.

ARTHURY, Luiz Henrique Martins. **A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos**. 2010, 133f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC, Florianópolis, 2010.

BAGDONAS, Alexandre Henrique. **Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia**. 2011, 261 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – USP, São Paulo, 2011.

\_\_\_\_\_. **Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre cosmologia**. 2015, 266 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – USP, São Paulo, 2015.

GUTTMANN, Gustavo Antônio Montenegro. **Investigações das concepções de alunos sobre a dualidade infinitude x finitude na ciência: cosmologia**. 2011, 81f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – CEFET-RJ, Rio de Janeiro, 2011.

JARDIM, Wagner Tadeu. **A abordagem histórico-filosófica como caminho para se introduzir o estudo de cosmologia no ensino**. 2012, 223 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – CEFET-RJ, Rio de Janeiro, 2012.

SEFERIN, Ádila Motta Leite. **Cosmologia e atividades investigativas no ensino médio: um estudo sobre os efeitos dessa abordagem sobre a aprendizagem dos estudantes**. 2016. 245 f. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) – Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus, 2016.

SKOLIMOSKI, Kellen Nunes. **COSMOLOGIA NA TEORIA E NA PRÁTICA: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES NO ENSINO**. 2014. 251 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – USP, São Paulo, 2014.

STREHL, Paulo Ludwig. **Ciência e religião: Implicações do diálogo entre duas visões de mundo no Ensino da Cosmologia**. 1996. 74 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
Pró-Reitoria de Graduação  
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar  
Porto Alegre - RS - Brasil  
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564  
E-mail: [prograd@pucrs.br](mailto:prograd@pucrs.br)  
Site: [www.pucrs.br](http://www.pucrs.br)